

C
40

ISSN 0037-8437

MCZ
LIBRARY

NOV 16 2009

HARVARD
UNIVERSITY

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

AÑO 2009 - VOLUMEN 240 - Nº 3

SUMARIO

Pág.

Soft-Ionization Mass Spectrometry Techniques in Biosciences - ALBERTO S. CEREZO, JOSEFINA M. SCACCIATI DE CEREZO, ROSA ERRA-BALSELLS	5
Estado Actual y Futuro de la Lingüística: Una Comparación de la Teoría Generativa y las Teorías de Base Neurológica - JOSÉ MARÍA GIL	23
Consideraciones Metodológicas sobre la Aplicabilidad de las Redes de Interacción en los Estudios Ambientales - DAVID KUCZYNSKI	29

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

JUNTA DIRECTIVA 2009 - 2010

<i>Presidente</i>	Dr. Angel Alonso
<i>Vicepresidente 1º</i>	Dr. Eduardo Castro
<i>Vicepresidente 2º</i>	Ing. Juan José Sallaber
<i>Secretario</i>	Dr. Ernesto O. Celman
<i>Prosecretario</i>	Ing. Juan María Cardoni
<i>Tesorero</i>	Dr. Raúl E. Vaccaro
<i>Bibliotecario</i>	Prof. Lic. Norma I. Sanchez
<i>Vocales Titulares</i>	Dr. Augusto Belluscio Dr. Nicolás O. Breglia Dr. Horacio H. Camacho Dr. Pablo M. Jacovkis Lic. Mario Eduardo Laplagne Dr. Eduardo A. Pigretti Prof. Carlos Alberto Ríos Dr. Jorge R. Vanossi Dr. Pedro R. Yáñez
<i>Vocales Suplentes</i>	Dra. Susana Curto Dr. Alberto R. Dalla Vía Dr. Carlos de Jorge Dr. Arturo L. Otaño Sahores Dr. Norberto Sarubinsky Grafin Dr. Horacio José Sanguinetti
<i>Revisores de Cuentas</i>	Ing. Enrique Draier Prof. Lic. Norma I. Sanchez

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

AÑO 2009 - VOLUMEN 240 - Nº 3



Avda. SANTA FE 1145
C1059ABF BUENOS AIRES - ARGENTINA
Correo Electrónico: sociedad@cientifica.org.ar
www.cientifica.org.ar

EX PRESIDENTES DE LA SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

1872-1874	Ing.	Luis A. Huergo	1919-1923	Ing.	Santiago E. Barabino
1874-1875	Dr.	Juan J. J. Kyle	1923-1927	Ing.	Eduardo Huergo
1875-1877	Ing.	Pedro Pico	1927-1929	Ing.	Nicolás Besio Moreno
1877-1878	Ing.	Guillermo White	1929-1933	Dr.	Nicolás Lozano
1878-1879	Ing.	Luis A. Huergo	1933-1937	Ing.	Nicolás Besio Moreno
1879-1880	Dr.	Valentín Balbín	1937-1943	Ing.	Jorge W. Dobranich
1880-1881	Dr.	Carlos Berg	1943-1946	Dr.	Gonzalo Bosch
1881-1882	Ing.	Luis A. Huergo	1946-1949	Ing.	José M. Páez
1882-1883	Dr.	Carlos Berg	1949-1951	Ing. Dr.	Eduardo María Huergo
1883-1885	Ing.	Guillermo White	1951-1953	Dr.	Abel Sánchez Díaz
1885-1886	Ing.	Luis A. Viglione	1953-1955		CERRADA
1886-1887	Dr.	Estanislao S. Zeballos	1955-1956	Dr.	Abel Sánchez Díaz
1887-1889	Dr.	Valentín Balbín	1956-1959	Dr.	Eduardo Braun Menéndez
1889-1891	Dr.	Carlos Maria Morales	1959-1962	Ing.	Pedro Longhini
1891-1892	Ing.	Eduardo Aguirre	1962-1964	Dr.	Pablo Negroni
1892-1893	Dr.	Juan J. J. Kyle	1964-1970	Ing.	José S. Gandolfo
1893-1894	Ing.	Carlos Bunge	1970-1976	C. de Nav.	Emilio L. Díaz
1894-1895	Ing.	Miguel Iturbe	1976-1988	Ing. Agr.	Eduardo Pous Peña
1895-1896	Dr.	Carlos Maria Morales	1988-1989	Ing.	Augusto L. Bacqué
1896-1897	Dr.	Angel Gallardo	1989-1992	Ing.	Lucio R. Ballester
1897-1898	Ing.	Domingo Nocetti	1993-1999	Dr.	Arturo Otaño Sahores
1898-1900	Ing.	Dr. Marcial R. Candiotti	1999-2001	Dr.	Andrés O. M. Stoppani
1900-1901	Dr.	Manuel B. Bahía	2001-2005	Dr.	Alfredo Kohn Loncarica
1901-1902	Dr.	Carlos Maria Morales	2005-2009	Dr.	Jorge R. A. Vanossi
1902-1903	Ing.	Carlos Echagüe			
1903-1904	Ing.	Emilio Palacio			
1904-1906	Dr.	Carlos Maria Morales			
1906-1908	Ing.	Gral. Arturo M. Lugones			
1908-1909	Ing.	Otto Krause			
1909-1910	Ing.	Vicente Castro			
1910-1911	Dr.	Francisco P. Moreno			
1911-1912	Ing.	Vicente Castro			
1912-1913	Dr.	Agustín Alvarez			
1913-1914	Ing.	Santiago E. Barabino			
1914-1915	Dr.	Francisco P. Lavalle			
1915-1917	Ing.	Nicolás Besio Moreno			
1917-1919	Dr.	Carlos Maria Morales			

SOFT-IONIZATION MASS SPECTROMETRY TECHNIQUES IN BIOSCIENCES

Alberto S. Cerezo ¹, Josefina M. Scaeciati de Cerezo ², Rosa Erra-Balsells ^{1*}

¹ CIHIDECAR (CONICET) Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, CP 1428, Argentina.

² Centro de Investigaciones en Reproducción (CIR), Facultad de Medicina

* Corresponding author: Rosa Erra-Balsells

Fax: 54-11-45763346; Tel: 54-11-45763346; e-mail: erra@qo.fcen.uba.ar

ABSTRACT

Mass spectrometry (MS) technique was well established since 1950. The lack of proper volatilization/ionization methods to get intact molecular ions in gas state did not allow to use this technique in the analysis of thermolabile molecules such as macromolecules and biomolecules in general. Although technological efforts to solve this problem were attempted, almost 40 years were necessary to pass to find the proper solution. K. Tanaka and J. B. Fenn did. Scientific community recognize this fact and both received the Nobel Prize in Chemistry 2002. The magic soft ionization methods developed are called ultraviolet matrix-assisted laser desorption/ionization (UV-MALDI) the former and electrospray ionization (ESI) the latter. Both give complementary information and are required as routine analytical tool in biosciences. Development of MS technique has been quite explosive and outstanding that even intact plant and mammalian tissues can be analyzed nowadays.

Key words: Electron ionization (EI), Electrospray ionization (ESI), Fast atom bombardment (FAB), Ultraviolet matrix-assisted laser desorption/ionization (UV-MALDI)

RESUMEN

La espectrometría de masa (MS) es una técnica de uso rutinario desde 1950. Sin embargo la falta de métodos para inducir la volatilización e ionización de moléculas intactas a partir de compuestos termolábiles y macromoléculas limitaba el campo de aplicación de la misma a pequeñas moléculas termoestables. Pese a los esfuerzos realizados fue necesario esperar casi 40 años para encontrar la solución a dicho problema. K. Tanaka y J. B. Fenn independientemente lo lograron y la comunidad científica reconoció sus trascendentales contribuciones en este campo otorgándoles el Premio Nobel de Química en el año 2002. Estos mágicos procesos de volatilización/ionización suave se denominan volatilización/ionización asistida por una matriz (fotosensibilizador) e inducida por un láser ultravioleta (UV-MALDI) la primera y electrospray (ESI) la segunda. Ambas brindan información complementaria que se requiere en la actualidad como rutina en el campo de las biociencias. De esta manera el desarrollo de la MS ha sido explosivo e impactante llegándose

en la actualidad a usarse aun para caracterizar directamente biomoléculas presentes en su entorno natural como pueden ser tejidos animales y/o vegetales.

Palabras clave: Ionización electrónica (EI), Ionización por electrospray (ESI), Ionización por bombardeo con átomos acelerados (FAB), volatilización/ionización asistida por una matriz (fotosensibilizador) e inducida por un laser ultravioleta (UV-MALDI)

1. What is mass spectrometry?

Mass spectrometry (MS) is an analytical technique that uses a device that determines the molecular weight of chemical compounds by separating molecular gas ions according to their mass-to-charge ratio (m/z). Once the molecular gas is formed, the ions are generated by inducing either the loss or the gain of charge (e.g., electron ejection, protonation or deprotonation, sodiation, etc). Once the gas ions are formed, they can be separated according to m/z and finally detected [1] (Fig. 1).

The result of volatilization, ionization, ion separation and detection is a mass spectrum that can provide molecular weight and even molecular structure (Fig. 1). Basically mass spectrometers are devices formed by two components: (1) the ion source or ionization chamber and (2) the analyzer. The volatilization/ionization method used by the former defines what sort of compounds (analytes) can be analyzed [2-6].

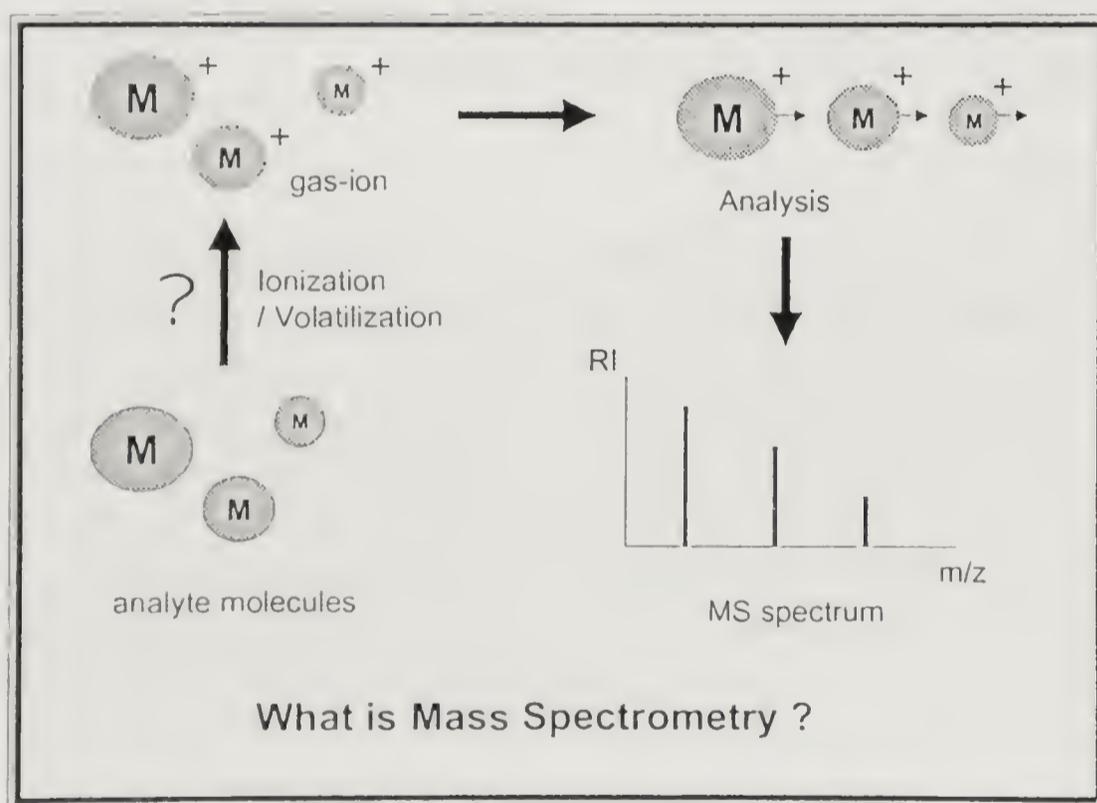


Figure 1. Processes involved in Mass Spectrometry techniques

2. History of mass spectrometry development

In Fig. 2 is shown a general scheme of the “Mass Spectrometry development” since the year 1950. This scheme takes into account how the applications of mass spectrometry change as consequence of the development of new volatilization/ionization methods. This scheme of changes details also the requirement of lower and lower amounts of sample for performing the MS experiments (analyte amount: mg- g in the '50 to fg nowadays), mass range in which is possible to use the MS techniques (m.w. < 500 in the '50, m.w. >300,000 nowadays). This scheme also shows in comparative way when to different fields such as areas of basic science and technology, particularly biological sciences and industry, have been able to include mass spectrometry technique as an analytical tool.

Turning back to the key point responsible of the outstanding development of the technique and the success-

ful current application in biological sciences, historically, the first commercial ionization method available was the called “electron ionization” or “electron impact” (EI) [2,3,5-8]. The EI technique is straightforward. It is just an ionization method. It is not a volatilization/ionization method. The sample must be delivered as a gas, from the probe to pass into an electron ionization region where it interacts with an electron beam for ionization. The previous volatilization process required usually is accomplished by heating the sample. This fact makes impossible to use EI as volatilization/ionization method for thermolabile compounds. Bio-molecules (i.e.: amino acids, polypeptides, proteins, carbohydrates, lipids and glycoconjugates among others) are in general thermolabile species. Thus, in the early times and for a long period of time (Fig. 2, years 1950 to 1990) applications in biosciences were almost restricted to low molecular weight thermostable metabolites (i.e.: alkaloids, flavonoids, steroids and few glycoconjugate derivatives) in its native structure or conveniently derivatized in order to increase the thermal stability [1-3, 5-9].

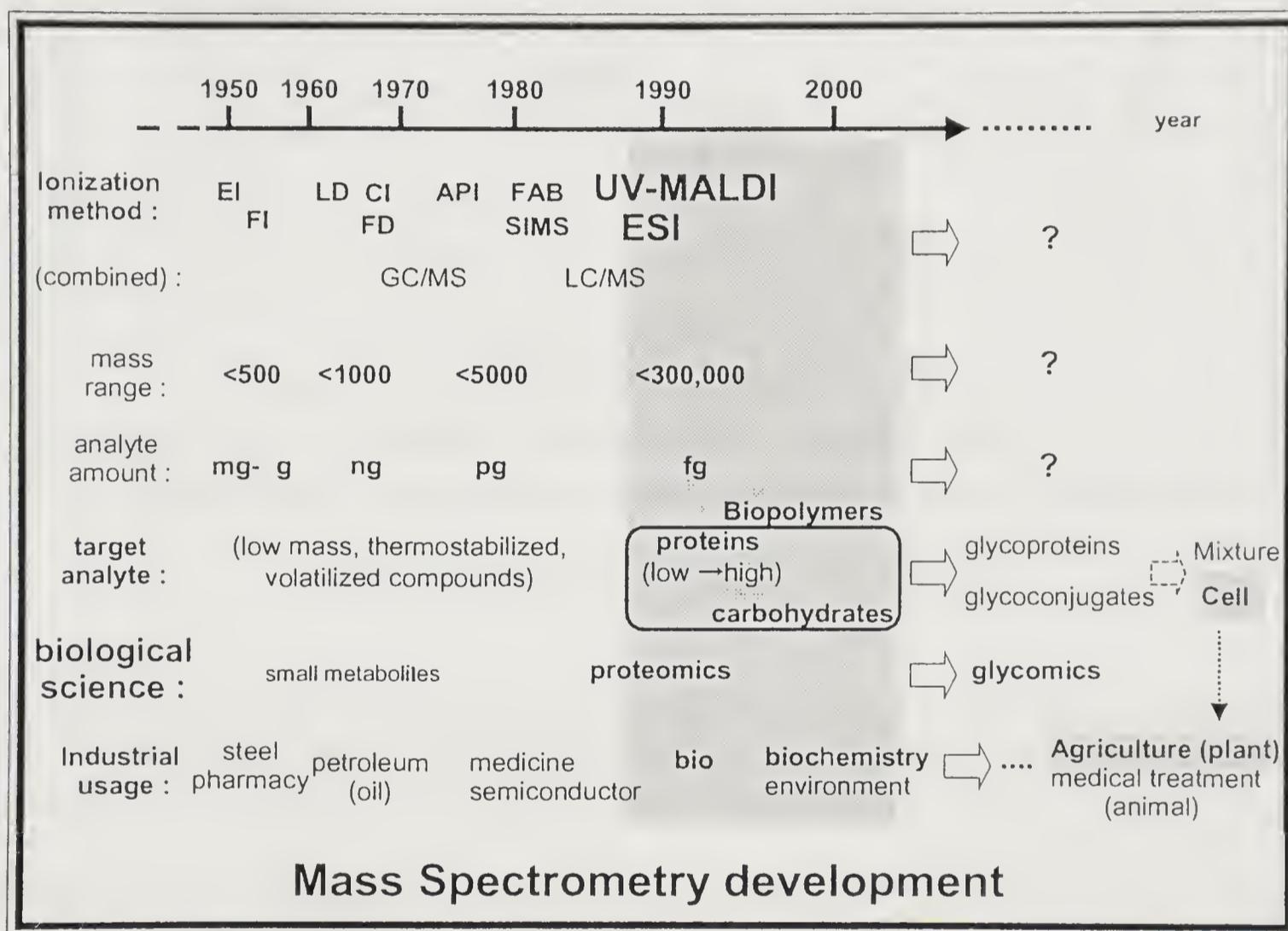


Figure 2 Development and field of applications of Mass Spectrometry techniques

As the EI mass spectrometer can be hyphenated as detector to gas chromatographic analytical technique (Fig. 2, see second row, “combined”, GC/MS), since the middle of '60 GC-EI-MS has been used in plant science for the analysis of extracts of metabolites thermally stable or conveniently derivatized [2, 3, 9].

As a conclusion in the past, mass spectrometry was confined to the realm of small no-polar molecules (organic and inorganic compounds); in general polar molecules and large molecules did not survive to the volatilization/ionization by EI.

Turning back to Fig. 2, it is interesting to note that the ionization methods called FI (Field Ionization) and CI (Chemical Ionization) are both ionization methods applied to analytes in gas state. Thus, as heat is used for analyte volatilization both methods are not of use for thermolabile compounds analysis.

An striking discovery done by physics studying the surface properties of solid materials submitted to different energy sources such as (i) high electric field, (ii) UV-laser, (iii) IR-laser, (iv) accelerated ion beam and (v) accelerated atom beam introduce the concept of “desorption” as only one word to describe the whole

processes involved in “face transition of solids to gas state, as intact species, without the straight usage of heat” [1-3, 5, 6, 10].

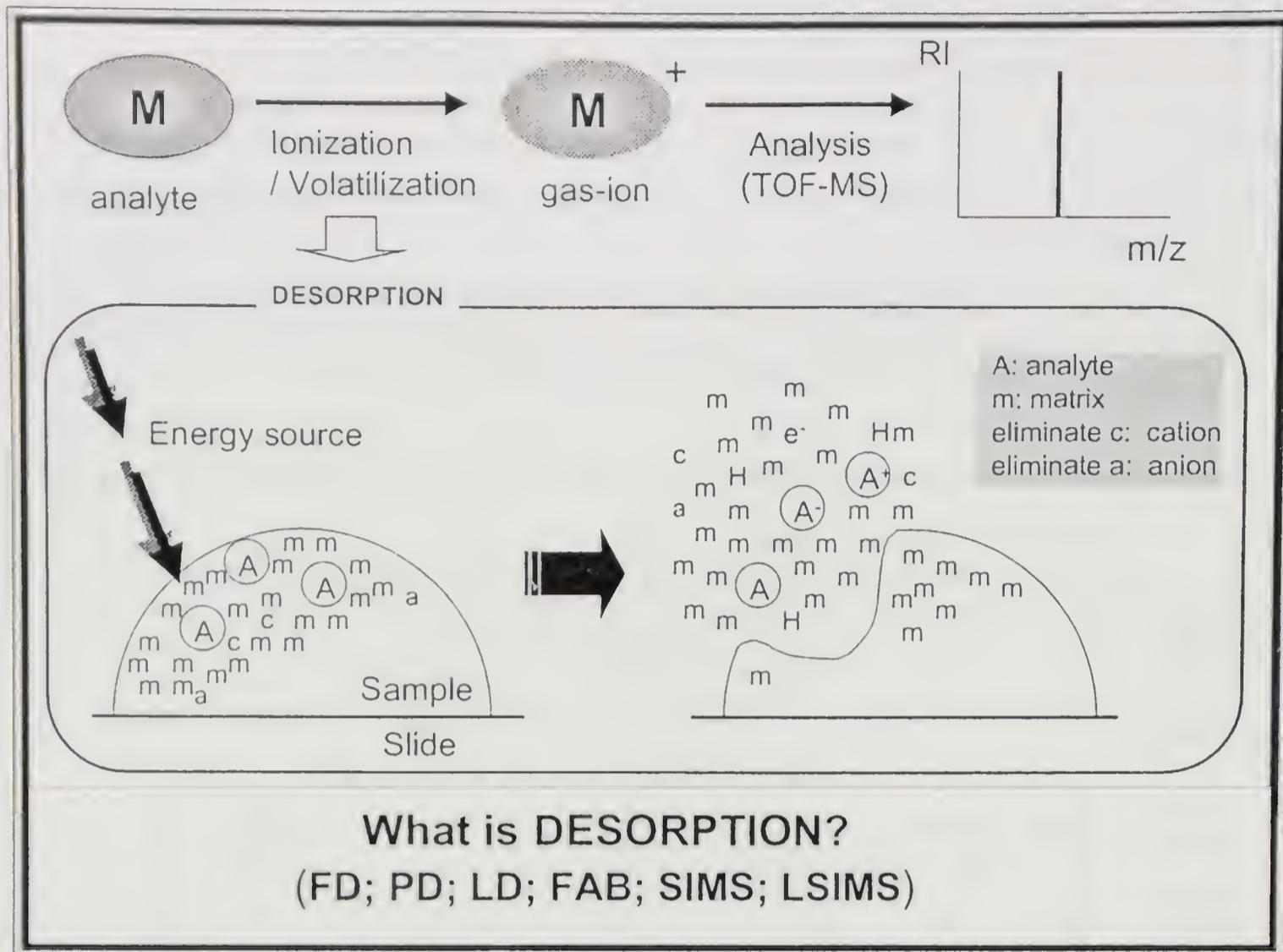


Figure 3. General scheme for solid desorption process

From the kinetic point of view during desorption, the vibrational deformation of the molecules, necessary to pass to gas state, occurs at higher speed than the vibrational deformations necessary for a chemical reaction (decomposition). Thus, among others thermolabile molecules experience “desorption” (volatilization) without decomposition.

As is detailed in Fig. 2, since early '60 till middle '80, ionization methods based on the desorption phenomena were introduced: FD (Field Desorption), LD (Laser Desorption); FAB (Fast Atom Bombardment) and SIMS (Secondary Ions Mass Spectrometry). In Fig. 3 are included PD (Plasma Desorption) of general use for inorganic compounds MS analysis and LSIMS (Liquid SIMS), nowadays just used as synonymous of SIMS [3, 5, 6].

Although this notorious advances and technology effort to design new ionization methods and ionization chambers, some of the desorption methods introduced were really quite strong ionization methods that induce decomposition simultaneously to the desorption/volatilization. Thus, methods such as LD and SIMS were not useful. The softest methods such as FD and FAB were practically useful for compounds with molecular mass lower than 1000 Da. As consequence, as is shown in Fig. 2, mass spectrometry techniques were not of general use for the analysis of macromolecules and thermolabile biomolecules with molecular mass higher than 1000 Da.

the whole process involved, has been developed thanks to experiments conducted by Koichi Tanaka in Shimadzu (Kyoto, Japan) at the end of the '80 [23]. Since that moment, the explosive way that MALDI mass spectrometry invaded the analyses of biomolecules and macromolecules in general, being in some way nowadays a routine technique in some areas of the biosciences is the cause why Tanaka got the Nobel Prize in Chemistry in 2002 [24]. This MS technique, together with ESI-MS techniques have revolutioned the analyses of biomolecules in general.

The third family of physical methods used to produce intact molecules as ions in gas state is based on nebulization or spray (small drops of liquid suspended in a gas as a cloud; atmospheric pressure ionization methods, API) of the analyte solution yielding charged macro-drops which, under a high electric field, suffer successive contractions-charge repulsion-explosion phenomena up to analyte and solvent molecular level [25-27]. Thus, intact charged analyte molecules in gas state are obtained from their solution in an adequate solvent (polar solvent). Now, analytes in solution are injected in the ionization chamber of the mass spectrometer. The introduction and improvement of this soft ionization method by J. B. Fenn was as revolutionary as UV-MALDI was in the field of analyses of biomolecules and macromolecules in general. The advantages of the use of both ionization methods is so important that the Nobel Prize of Chemistry 2002 in the field of Mass Spectrometry was shared by Tanaka (2002) [24] and Fenn (2002) [26] because both methods are really fantastic.

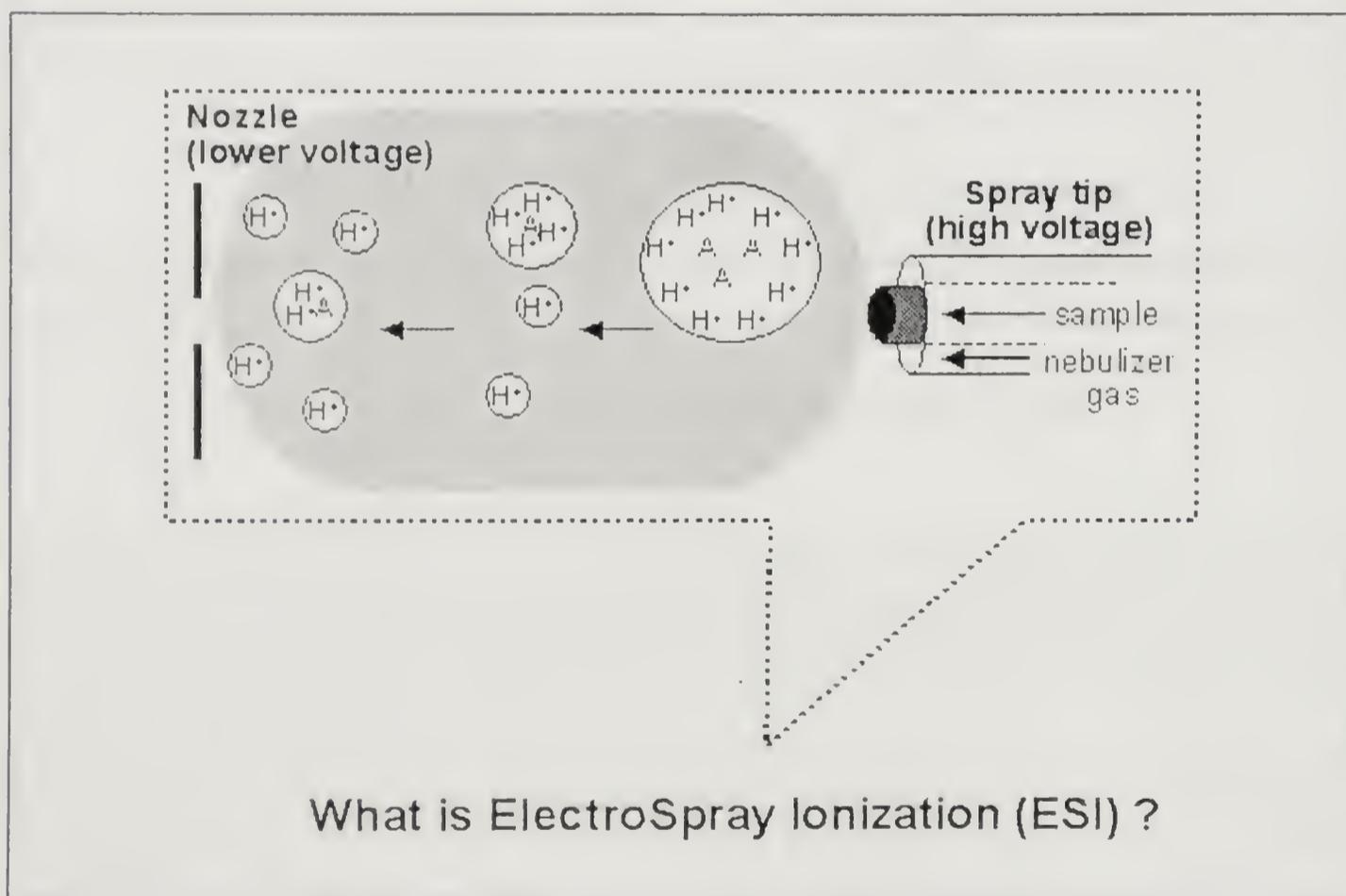


Figure 5. General scheme for Electro Spray Ionization process

The development of both 'soft' ionization techniques has increased also the potential for MS analysis of mixtures of thermolabile and involatile samples. These 'soft' MS techniques, especially in conjunction with liquid chromatography (LC), enable the analysis of complex plant extracts containing mixtures of substances. Although LC-MS technique for the straight analysis of thermolabile non volatile complex mixtures started with FAB ionization method the current option more popular is LC-ESI (Micromass Manual [3, 5, 6, 25, 28]). The great advantage of LC-ESI is that it does not demand for derivatization of polar thermolabile non volatile biomolecules and the efficiency of the volatilization/ionization process is very high. Thus, small amount of mixtures of polar thermolabile biomolecules can easily be analyzed from the qualitative and quantitative point of view. Now complex mixtures of polar plant molecules, can be identified without previous derivatization.

Preparation of samples to be analyzed is quite different in UV-MALDI-MS than in ESI-MS. As the former is based on the impact of the laser on the solid surface, this technique at the first sight is more appropriate for the analysis of intact tissues and plant organs surface (mass imaging, MI).

UV-MALDI-MS mapping and image techniques are based on this concept [29]. Thus, not only analytes and mixtures of analytes extracted from plant tissues can be deposited on the probe and analyze as is indicated in Fig. 4, but pieces of tissues can be fixed on the probe and after covered with the proper matrix, they can be analyzed too [5, 6, 18, 30].

As a summary, the current use of UV-MALDI alone has progress enough to allow to conduct MS experiments with intact mammalian and plant material too.

As examples of UV-MALDI mass spectrometry analysis performed in our laboratory using thermolabile biomolecules such as polysaccharides from seaweeds and seeds (xylans, Fig. 6; sulfated carrageenans, Fig. 8) [31, 32], commercial β -cyclodextrin (cyclodextrin, Figs. 7 and 9) [21], glycolipids and sulfoglycolipids from malaria protozoa and N-glycans from cysteine proteinase of *Trypanosoma cruzi* (Fig. 10) [33,34] and plant rhizobium (Fig. 11) are shown [35].

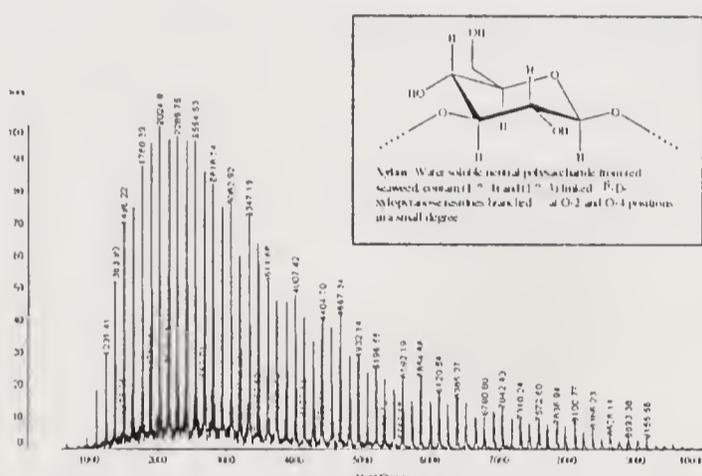


Figure 6. UV-MALDI-TOF-MS (Method A) of Xylan 38-48. Positive linear ion mode, m/z range 600-1000 Da. Matrix: nor-Harmaline.

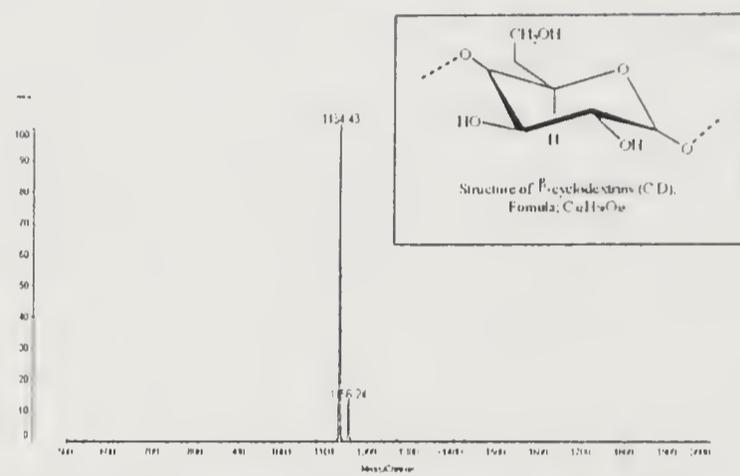


Figure 7. UV-MALDI-TOF-MS (Method A) of β -cyclodextrin. Negative linear ion mode, m/z range 500-2000 Da. Matrix: nor-Harmaline.

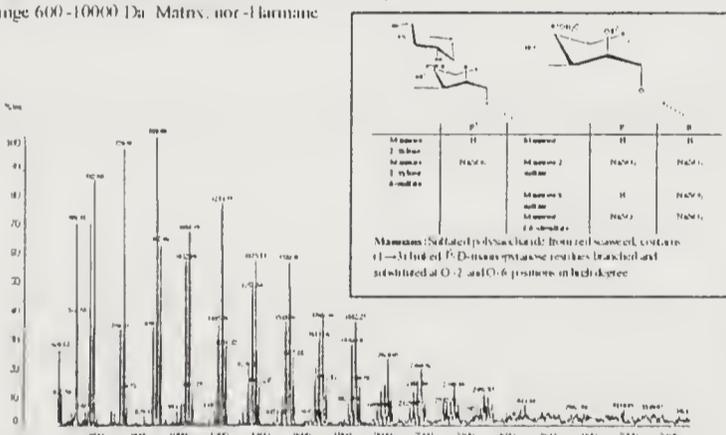


Figure 8. UV-MALDI-TOF mass spectrum of D-12000. Negative linear ion mode, m/z 420-3500 Da. Matrix: nor-Harmaline.

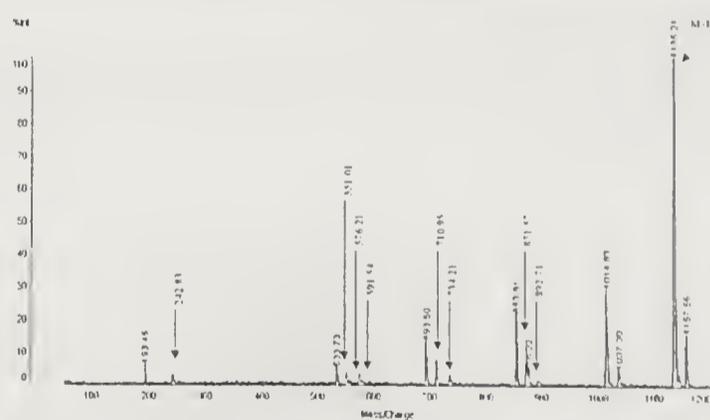


Figure 9. UV-MALDI-TOF-MS (Method A) of β -cyclodextrin. Negative MS/MS ion mode, m/z range 50-1200 Da. Matrix: nor-Harmaline.

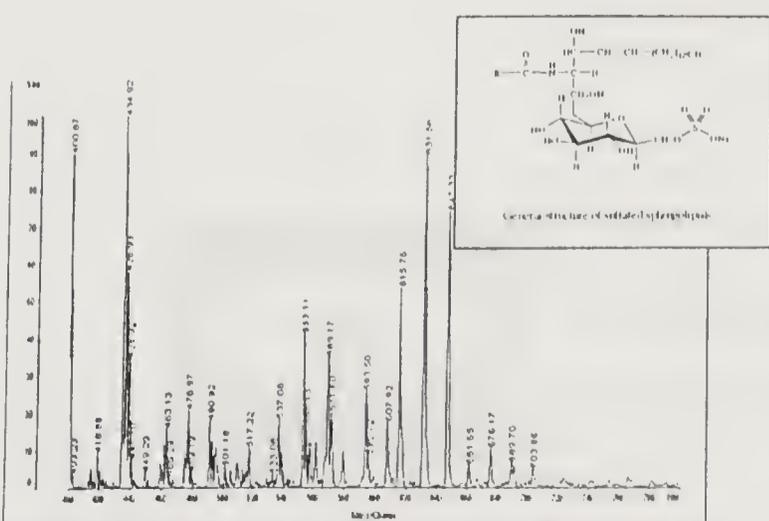


Figure 10. UV-MALDI-TOF-MS (Method A) of Sulfate 1. Negative linear ion mode, m/z range 200-800 Da. Matrix: nor-Harmaline.

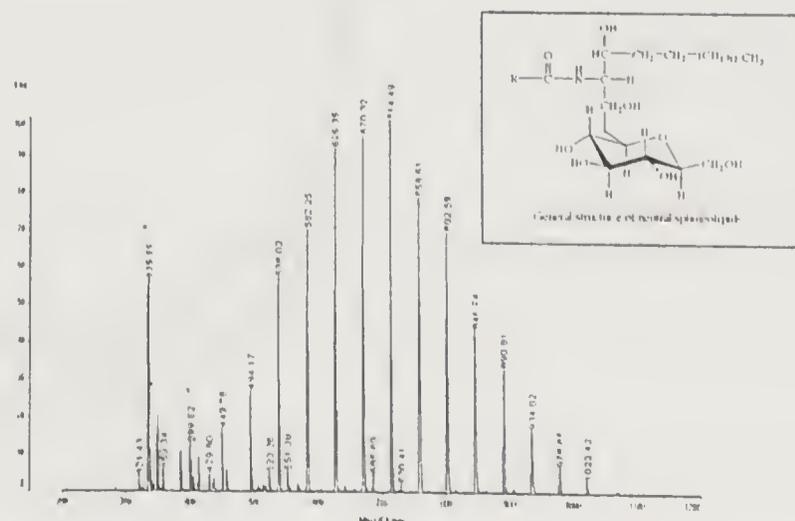


Figure 11. UV-MALDI-TOF-MS (Method A) of Glucosylceramide 1. Positive linear ion mode, m/z range 200-1200 Da. Matrix: nor-Harmaline. * Matrix signals.

4. Technical glossary

In the past, mass spectrometry was confined to the realm of small molecules; large molecules did not survive the desorption and ionization process intact. More recently, the development of new “mild” desorption and ionization methods has revolutionized the analysis of large biomolecules, making mass spectrometry an important analytical tool for biological research. With these new ionization technologies and the entry of mass spectrometry into the realm of biomolecules, the need for a descriptive reviews on this topic has become apparent.

The challenge of becoming proficient in these techniques requires learning some of the basics of mass analysis and ionization methods and then identifying which techniques are most appropriate for specific problems. For example, a biochemist requiring mass information on large heterogeneous glycoproteins would probably be most successful with MALDI, while a protein chemist routinely analyzing homogeneous proteins in the mass range 20-70 kDa will find the highest mass accuracy with ESI. This review has therefore been written to familiarize scientists with the general principles of mass spectrometry and its utility as a research tool.

Advances in chemical technology have been the engine powering the biotechnology industry. Analytical chemists have added fresh impetus to bio research with two new mass spectrometry ionization tools, ESI and UV-MALDI. Commercial availability of these instruments has made routine the analysis of compounds, enabling the direct analysis of biological fluids with a minimum amount of sample preparation. Their utility now extends beyond simple molecular weight characterization. Noncovalent interactions, protein and peptide sequencing, DNA sequencing, protein folding, in vitro drug analysis, and drug discovery are among the areas to which mass spectrometry is being applied.

A mass spectrometer is an analytical device that determines the molecular weight of chemical compounds by separating molecular ions according to their mass-to-charge ratio (m/z) [1-3, 5, 6]. The ions are generated by inducing either the loss or the gain of a charge (e.g., electron ejection, protonation, or deprotonation). Once the ions are formed they can be separated according to m/z and finally detected. The results of ionization, ion separation, and detection is a mass spectrum that can provide molecular weight or even structural information (Fig. 1).

For descriptive purpose, an analogy can be drawn between a mass spectrometer and an optical spectrophotometer (Fig. 12).

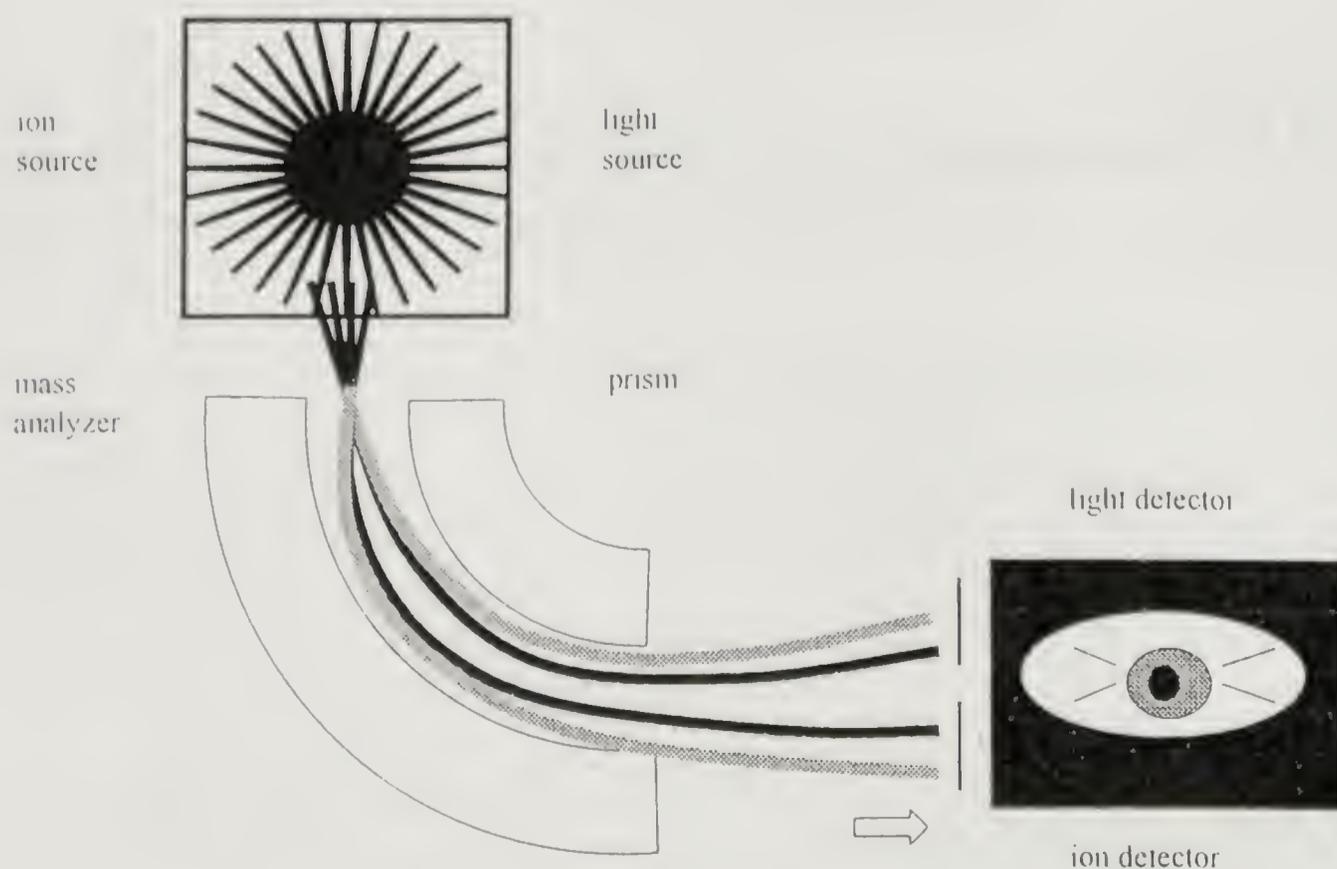


Fig. 12 Analogy between mass analysis and the dispersion of light.

In the latter, light is separated into its various wavelength components by a prism and then detected with an optical receptor (such as an eye). Analogously, a mass spectrometer contains an ion source that generates ions, a mass analyzer, which separates the ions according to their mass-to-charge ratio, and an ion detector.

Fig. 13 is an illustration of the basic components of a mass spectrometer. Once the sample is introduced into the instrument it undergoes ionization in the ionization source. The charged molecules are then electrostatically propelled into the mass analyzer/filter, which separates the ions according to their mass-to-charge ratio (m/z). The detector signal is then transferred to a computer, which stores and processes the information.

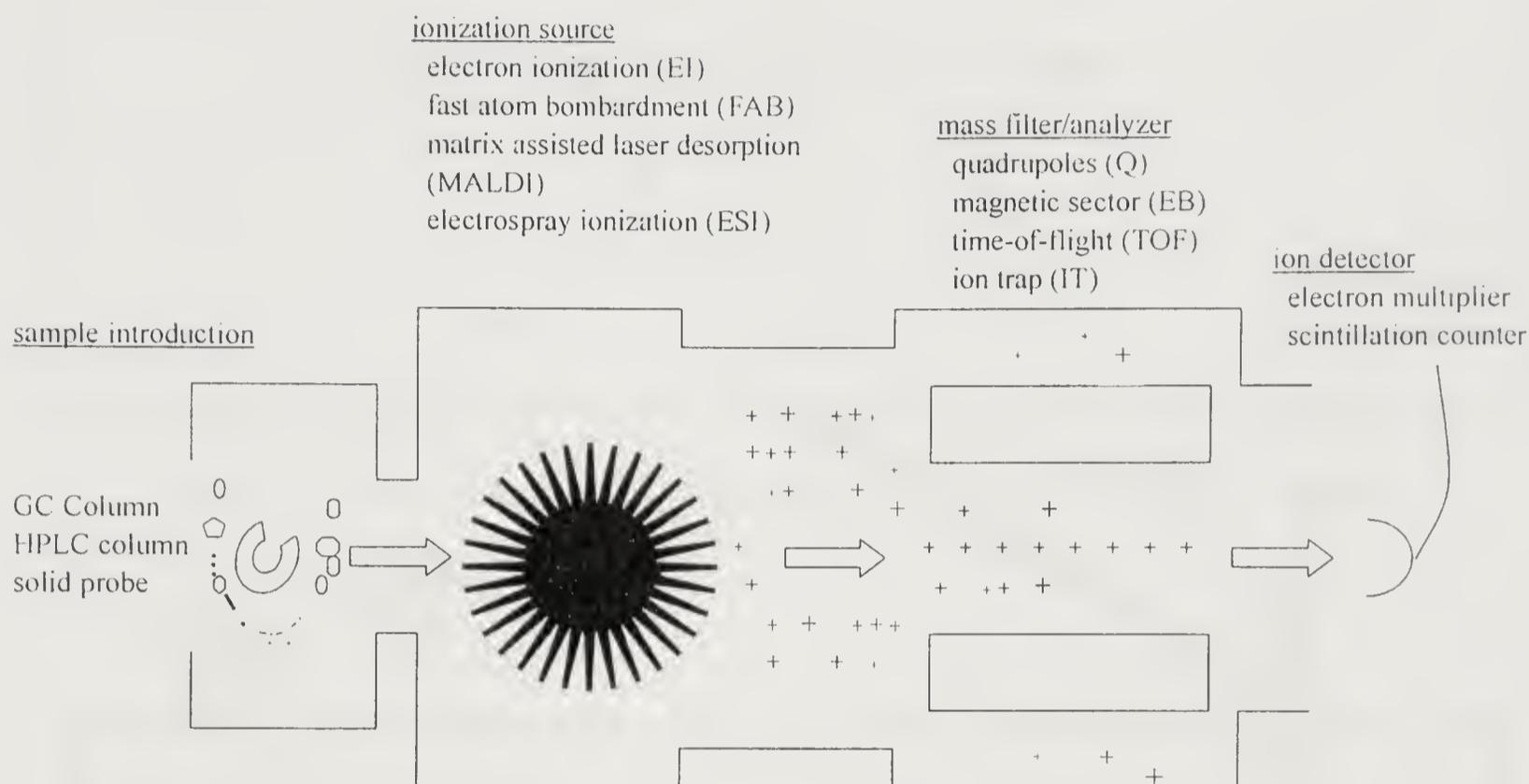


Fig. 13 Components of a mass spectrometer.

Ionic operation mode. A molecular gas ion can be a cation or an anions, depending on the residual charge on it. Experimentally, it is possible to analyze cations or anions conducting independently experiments that introduce selectively the former or the later into the analyzer region [1-3, 5, 6]. The efficiency of the cationic gas or anionic gas formation depends on the chemical structure of the analyzed molecule (analyte) and on the ionization method used.

Ionization Techniques. The ion source has undergone dramatic changes in the recent past, allowing for quick and easy analyses that previously required laborious sample preparation or were simply not possible. The sensitivity and mass range offered with both UV-MALDI and ESI are making these ionization techniques the methods of choice.

Electron ionization (EI) was the primary ionization source for mass analysis until the 1980s, limiting the chemist to small molecules well below the mass range of common bioorganic compounds [1-3, 5, 6]. This limitation motivated scientists such as John B. Fenn, Franz Hillenkamp, Michael Karas, and Michael Barber to develop the techniques for biomolecule analysis that are now commonly known as fast atom/ion bombardment (FAB), UV-MALDI, and ESI [1-3, 5, 6, 10, 25, 36].

UV-MALDI mass spectrometry permits the analysis of high-molecular-weight compounds with high sensitivity. UV-MALDI (Fig. 14) is a method that allows for the ionization and transfer of a sample from a condensed phase to the gas phase in a fashion similar to FAB uses an atom or ion beam and a liquid matrix, MALDI uses a solid matrix, and the ionizing beam is UV laser light. Ion formation in MALDI is accomplished by directing a pulsed laser beam onto a sample suspended or dissolved in a matrix [1-3, 5, 6, 10, 36,

37]. The matrix plays a key role in this technique by absorbing the laser light energy and causing the matrix material to vaporize (The vaporized matrix will carry some of the sample with it). Once in the gas phase, the matrix may play a role in the ionization of the analyte molecules. The charged molecules will then be directed by electrostatic lenses from the ionization source into the mass analyzer. Uncharged molecules will often react with the matrix or other molecules to produce charged species, transferred electrostatically into the mass analyzer. Once the molecules in the sample are vaporized, time-of-flight mass analysis is often used to separate the ions according to their mass-to-charge ratio (m/z).

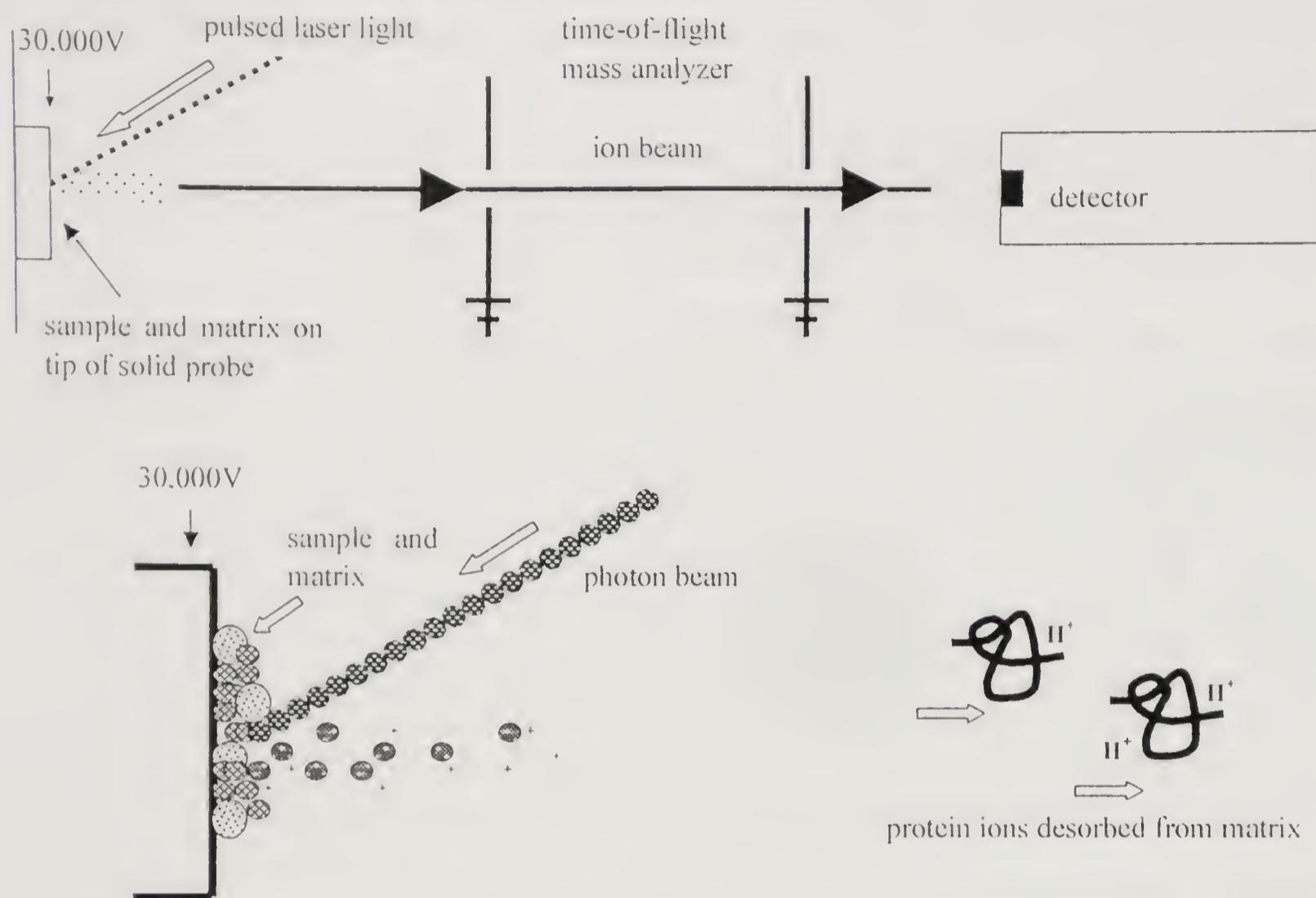


Fig. 14 Matrix-assisted laser desorption/ionization (MALDI) source.

UV-MALDI matrix A nonvolatile solid material that absorbs the laser radiation resulting in the vaporization of the matrix and sample embedded in the matrix. The matrix also serves to minimize sample damage from the laser radiation by absorbing most of the incident energy and the matrix is believed to facilitate the ionization process [1-3, 5, 6, 10, 36, 37].

The efficient and directed energy transfer during a MALDI desorption event allows for relatively small quantities of sample to be analyzed. In addition, the utility of MALDI for the analysis of heterogeneous samples makes it very attractive for the mass analysis of biological samples. The most popular compounds used as UV-MALDI matrices are shown in Figs. 15 and 16. Furthermore, as an example common UV-MALDI Matrices and calibration compounds used for the analysis of peptides, polypeptides, proteins, glycoproteins, glycoconjugates, polysaccharides and their ionic mass-to-charge (m/z) ratios are detailed in Table 1.

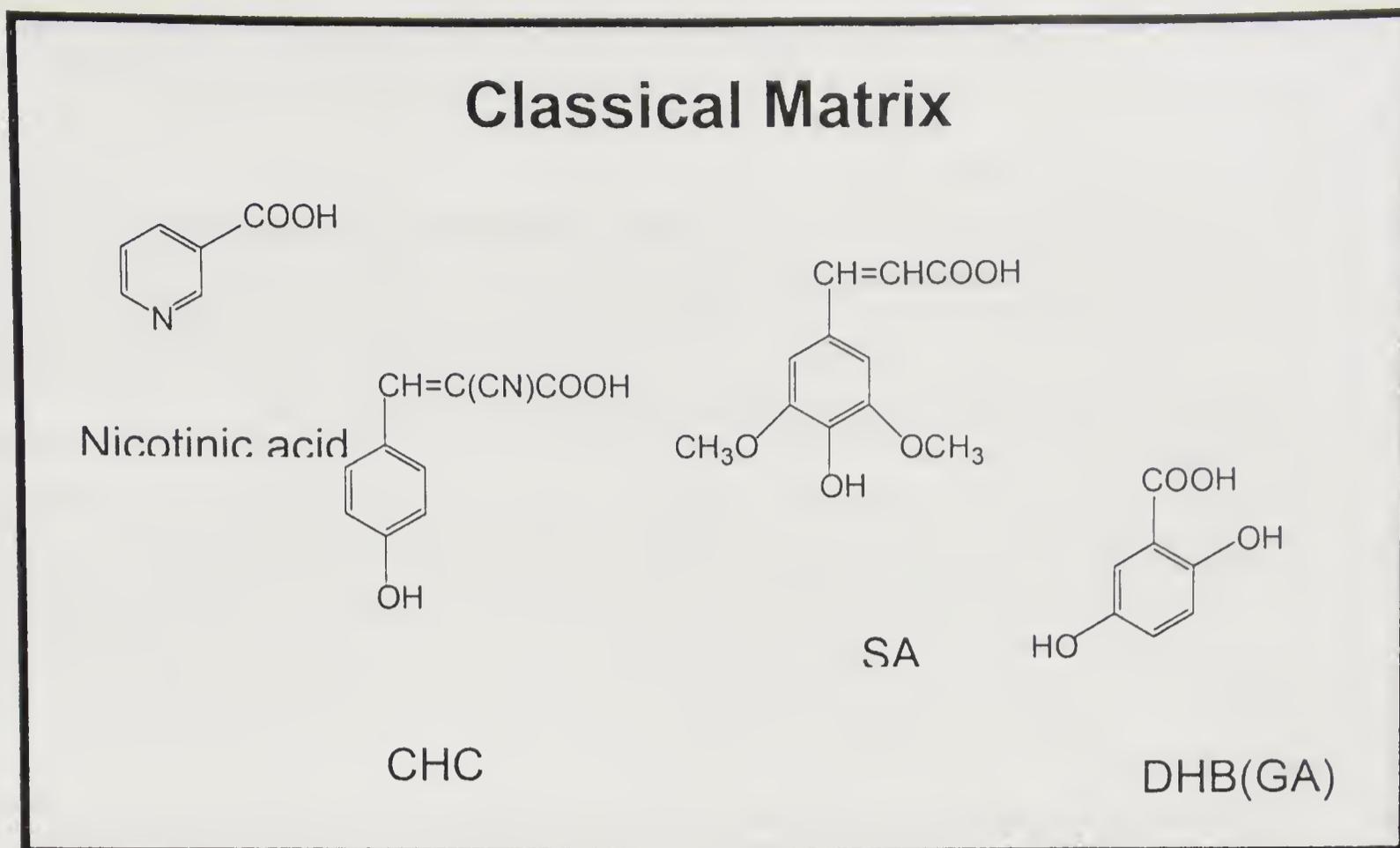


Fig. 15 The most commonly used matrices for UV-MALDI-TOF-MS analysis

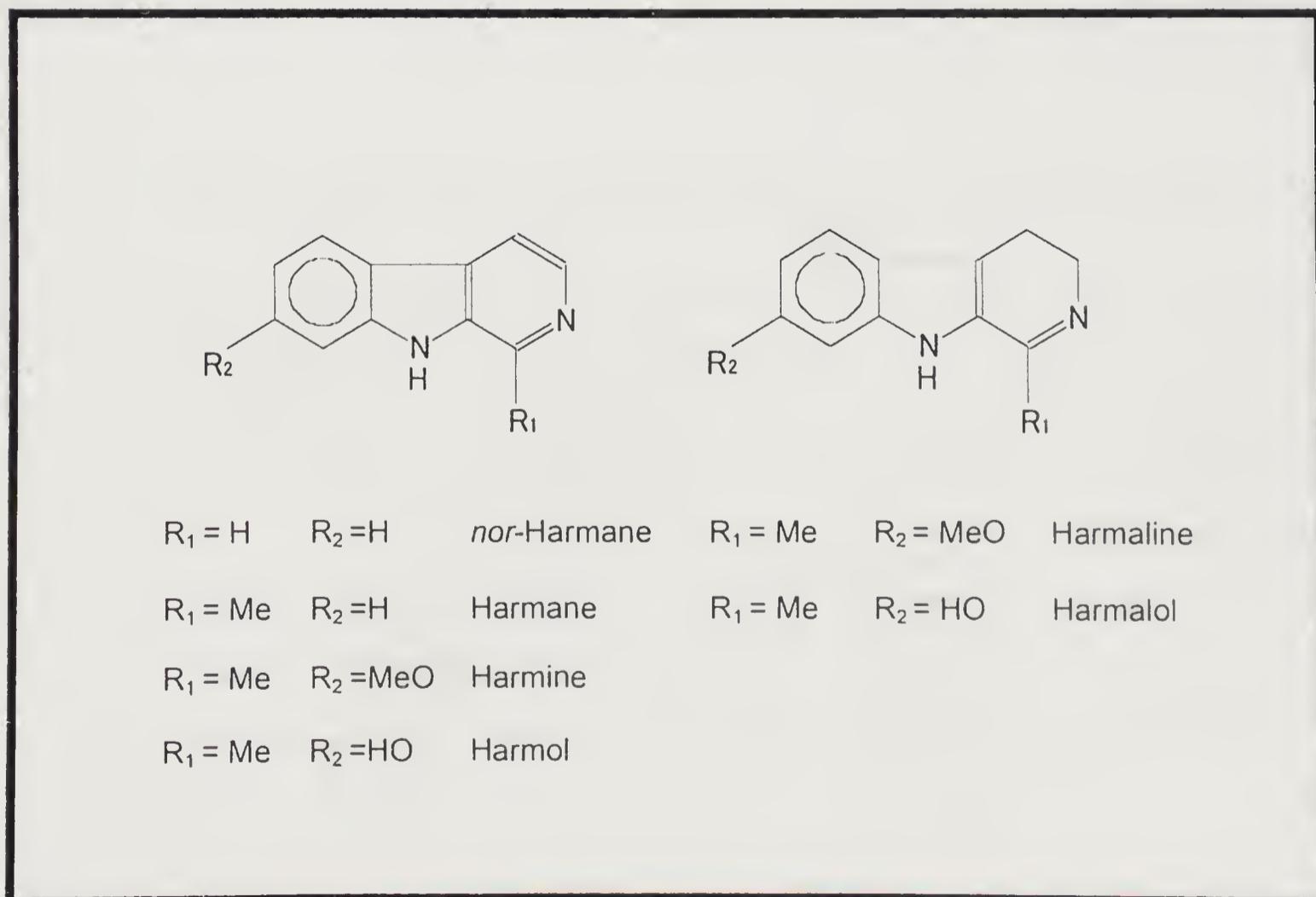


Fig. 16. β -Carbolines used as UV-MALDI-TOF-MS matrices

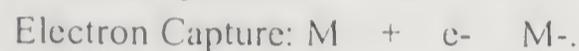
ionization mechanisms. The ion sources just described produce ions either by ionizing a neutral molecule through electron ejection, electron capture, protonation, cationization (e.g., $M+Na^+$), or deprotonation; or by the transfer of a charged molecule from a condensed phase to the gas phase [1-3, 5, 6, 10, 36, 37].



Cationization involves the noncovalent addition of a positively charged ion to a neutral molecule, resulting in a charged complex. While protonation can be thought of as cationization, the term cationization is more commonly used for the addition of a cation adduct other than a proton. Cationization is often utilized in the desorption and electrospray ionization techniques to produce a stable molecular cation. Carbohydrates are excellent candidates for this ionization mechanism, with Na^+ a common cation adduct.



Deprotonation is the ejection of a proton from a molecule, resulting in a net negative charge of 1- for each proton ejected. This mechanism of ionization is very useful for acidic species, including phenols, carboxylic acids, and sulfonic acids. With deprotonation, the net positive charge of 1- is achieved through the removal of a proton or even multiple negatively charged species, as observed in the electrospray of oligonucleotides.



It is the opposite phenomena than the electron ejection; both can take place during EI. Electron capture involves the absorption or capture of an electron to produce a net negative radical charge of 1-. Electron capture is also observed in the FAB and MALDI desorption ionization techniques.

Calibration. Mass accuracy is one of the most important aspects of the data obtained from a mass spectrometer. In order to maintain high accuracy the mass spectrometer must be calibrated on a regular basis or at least some reference compound must be checked to determine if the instrument has not lost accuracy. The process of correcting a mass spectrometer for better accuracy is known as calibrating. In Table 1 example of typical commercially available proteins used as calibrants is displayed.

TABLE 1. Common UV-MALDI Matrices and Calibration Compounds and Their Ionic Mass-to-Charge (m/z) Ratios

Calibrations	MH^+	$2MH^+$	MH_2^{2+}	MH_3^{3+}
Matrices				
Gentisic acid (DIIB)	155.03 (mono)	309.06 (mono)		
Sinapinic acid (SA)	225.08 (mono)	449.14 (mono)		
α -CN-4-OH-cinnamic acid	190.05 (mono)	379.09 (mono)		
Peptides and proteins				
ACTH(18-39)	2,465.20 / 2,466.73 (mono/avg)			
Insulin bovine	5,734.56 (avg)		2,867.78 (avg)	
Ubiquitin	8,565.84 (avg)		4,283.43 (avg)	
Cytochrome c equine	12,361.09 (avg)		6,181.05 (avg)	
Apo-Myoglobin equine	6,952.47 (avg)		8,476.74 (avg)	
Trypsin bovine	23,312.54 (avg)		11,656.77 (avg)	7,771.52 (avg)
BSA	66,431 (avg)		33,216 (avg)	22,144 (avg)
BSA dimer	132,859 (avg)		66,430 (avg)	44,287 (avg)

Note Mono corresponds to the monoisotopic mass and is defined as the mass of an ion for a given empirical formula calculated using the exact mass of the most abundant isotope of each element, e.g., $C_{60}H_{122}N_{20}O_{16}S_2$, monoisotopic mass = 1442.8788 Da. Avg corresponds to the average mass and is defined as the mass of an ion for a given empirical formula, calculated using the average atomic weight, average of the isotopes, for each element, e.g., $C_{60}H_{122}N_{20}O_{16}S_2$, average mass = 1443.8857 Da.

Vacuum in the Mass Spectrometer. A common requirement of all mass spectrometers is a vacuum. A vacuum is necessary to permit ions to reach the detector without colliding with other gaseous molecules. Such collisions would reduce the resolution and sensitivity of the instrument by increasing the kinetic energy distribution of the ion, thus inducing fragmentation, or preventing the ions from reaching the detector.

Coupling any sample source to a mass spectrometer requires that the sample (at atmospheric pressure, 760 Torr) be transferred into a region of high vacuum ($\sim 10^{-6}$ Torr) without compromising the latter. The billion-fold difference in pressure between the atmosphere and the high vacuum was one of the first problems faced by the originators of mass spectrometry.

Mass Analyzers. Instruments have variations in their capabilities that depend on their design and intended purpose. This is also true for mass spectrometers, the mass analyzer contributes to the accuracy, range, and sensitivity of an instrument. The common types of mass analyzers are quadrupole (Q), magnetic sector (EB), time-of-flight (TOF), quadrupole ion traps (QIT), and Fourier transform-ion cyclotron resonance (FT-ICR). Among them TOF analyzer is the more suitable for the UV-MALDI ionization chamber [1-3, 5, 6, 10, 36-40].

Time-of-Flight Analyzer. TOF analyzer is one of the simplest mass analyzing devices and is commonly used with MALDI ionization [36, 38-40]. TOF is based on accelerating a set of ions have the same energy, yet a different mass (Fig. 17), the ions reach the detector at different times. The process is analogous to a pitcher throwing a golf ball, it will reach the catcher faster because it has a smaller mass and therefore a greater velocity. So it is with ions. The smaller ions reach the detector first because of their greater velocity and the larger ions take longer, thus the analyzer is called time-of-flight because the m/z is determined from the ions' time of arrival. The arrival time of an ion at the detector is dependent upon the mass, charge, and kinetic energy of the ion. Since kinetic energy (KE) is equal to $1/2 mv^2$ or velocity $v = (2KE/m)^{1/2}$, ions will travel a given distance, d , within a time, t , where t is dependent upon their m/z . Its main advantage is virtually no upper mass limitation.

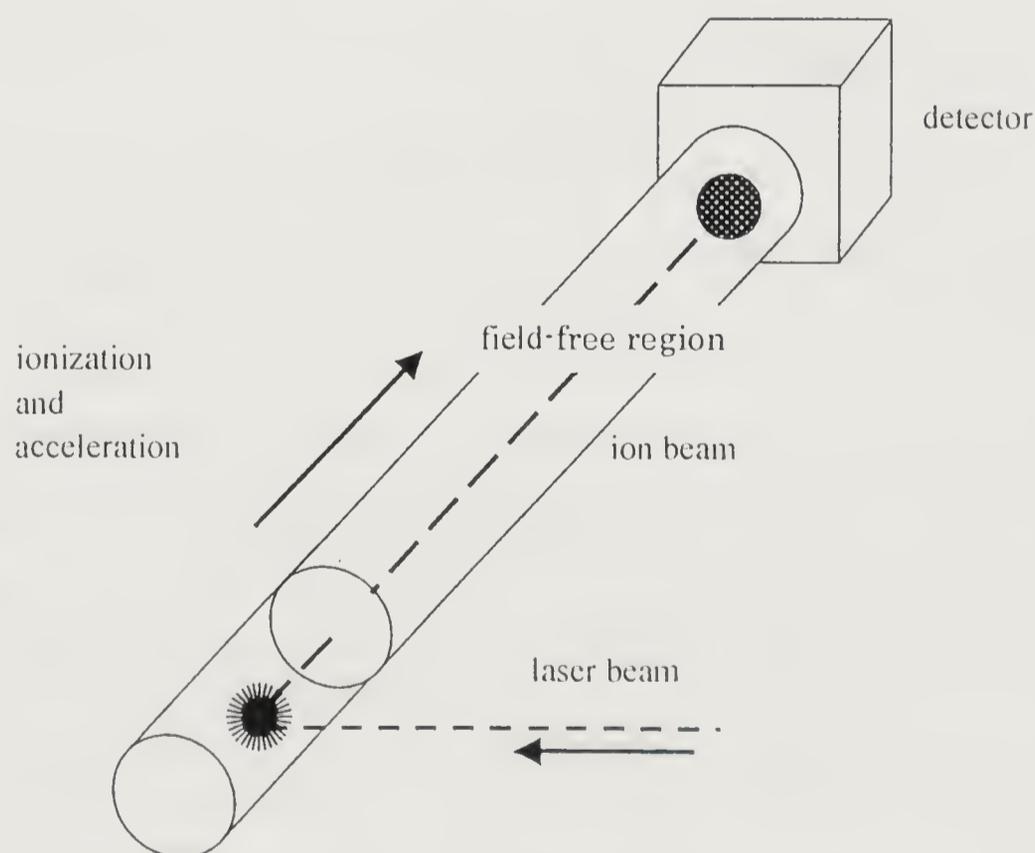


Fig. 17 Time-of-flight mass analyzer.

has been developed to help improve the resolution of time-of-flight analyzers, especially with UV-MALDI. A time-of-flight analyzer with an attached reflectron is much like a magnetic sector with an electrostatic

analyzer [36, 38-40]. While the time-of-flight analyzer has limited resolving power, the addition of the reflectron serves to reduce the kinetic energy distribution of ions that reach the detector and, as a result, achieve higher resolution. This increased resolution, however, comes at the expense of sensitivity and has a limited mass range. The electronic selection of ions with a characteristic time-of-flight, t , at the gate of the reflectron ("father" ions) allow to get information about its fragmentation or "decomposition" occurring after de desorption/ionization process (Post Source Decay or Post Source Decomposition, PSD). As the fragmentation of a molecule as ion in gas state depends on the chemical structure of the molecule by using UV-MALDI-TOF-MS in PSD mode, it is possible to get information about molecular weight and molecular formulae of a species as well as about its chemical structure [10, 36, 38-40]. Thus, primary structure of peptides, polypeptides and proteins can be characterized by using PSD mode, as well as fragmentation patterns of carbohydrates and synthetic polymers can obtained for its analysis.

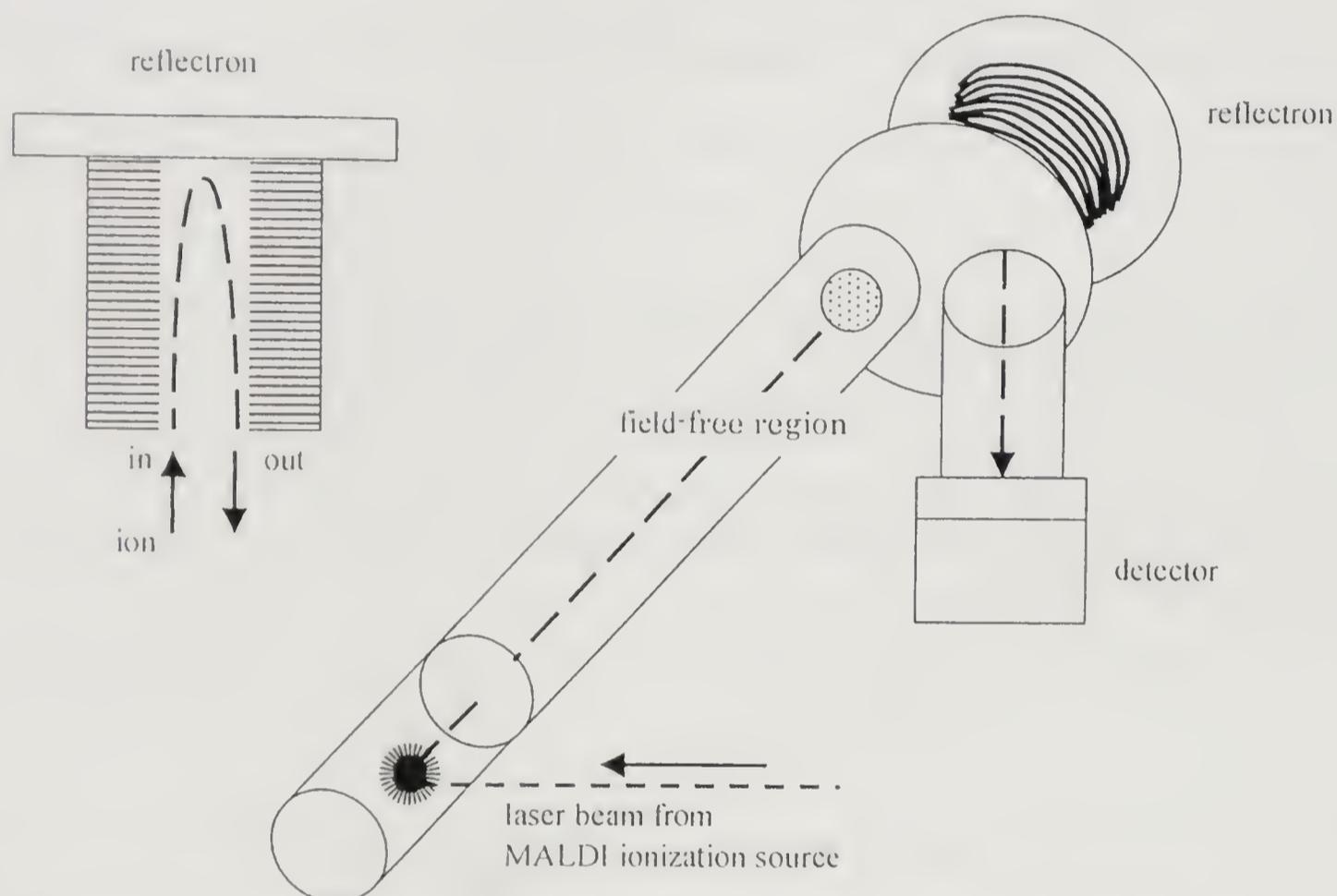


Fig. 18 Time-of-flight reflectron mass analyzer. Inset, detail of the entrance gate of the reflectron.

Summary

A mass spectrometer is an analytical device which produces a signal characteristic of a species by producing, separating, and selectively detecting charged molecules. The mass spectrometer can be separated into three distinct sections: the ion source, the mass analyzer, and the detector.

The ion source produces ions by electron ejection, electron capture, cationization, deprotonation, or the transfer of a charged molecule from the condensed to the gas phase. Electron ionization (EI) was the primary ionization source for mass spectrometers until the 1980s, limiting the chemist to small molecules well below the mass range of most biological compounds. EI requires thermal desorption of the sample, which limits the utility of electron ionization to compounds below a molecular weight of 400 Da.

FAB produces a high-energy beam of Xe or Cs⁺ to sputter a sample/matrix mixture into the gas phase. FAB is primarily useful for compounds in the mass range from 100 to 7000 Da and has relatively low sensitivity (high picomole to nanomole).

UV-MALDI analysis is carried out by suspending or dissolving a sample in a solid or liquid matrix that allows for efficient and directed energy transfer during a laser-induced desorption process. MALDI-MS has proven useful for both qualitative and recently quantitative biomolecular analysis and for the analysis of heterogeneous biological samples. MALDI has a mass range routinely up to ~300,000 Da for proteins, and

typical sensitivity is on the femtomole to low picomole level.

ESI is a method for ejecting ionized molecules from a solution by creating a fine spray of highly charged droplets in the presence of a strong electric field. This type of ionization is highly conducive to the formation of multiply charged molecules. Electrospray has a mass range routinely up to ~70,000 Da for proteins and typical sensitivity is on the picomole level.

An efficient pumping system is required to maintain a high vacuum while condensed phase solutions or gases at atmospheric pressure are introduced into the ionization chamber. This is accomplished with mechanical pumps used in conjunction with diffusion, turbomolecular, or cryogenic pumps.

Acknowledgements

The authors are indebted to the National Research Council of Argentina (CONICET), the Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT, PICT 06-615) and the University of Buenos Aires (UBA; X072) for financial support. UV-MALDI-TOF-MS experiments were performed as part of the Academic Agreement between Rosa Erra-Balsells (FCEN-UBA, Argentina) and Hiroshi Nonami (CA-EU, Japan) with the facilities of the High Resolution Liquid Chromatography-integrated Mass Spectrometer System of the United Graduate School of Agricultural Sciences (Ehime University, Japan).

References

- [1] Am. Soc. Mass Spectrom. (1998) *What is Mass Spectrometry?* Am. Soc. Mass Spectrom. (Ed). Washington.
- [2] McLafferty, F. W., Turecek, F. (1993) *Interpretation of mass spectra*, 4th ed., California, University Science Books. California.
- [3] Micromass Manual, Back to Basics Manual, (1997) Micromass UK Limited, www.micromass.co.uk
- [4] Siuzdak, G. (1996) *Mass Spectrometry for Biotechnology*. Academic Press, San Diego.
- [5] de Hoffmann, E., Stroobant, V. (2007). *Mass Spectrometry, Principle and Applications*. 3th edition, Wiley, UK.
- [6] Gross, J. H. (2004) *Mass Spectrometry*. Springer, Germany.
- [7] Budzikiewicz, H., Djerassi, C., Williams, D. H. (1964) *Structure elucidation of natural products by mass spectrometry*. Holden-Day. San Francisco.
- [8] Budzikiewicz, H., Djerassi, C., Williams, D. H. (1967) *Mass spectrometry of organic compounds*. Holden-Day. San Francisco.
- [9] Newton, R. P., Walton, T. J. (eds.) (1996) *Applications of Modern Mass Spectrometry in Plant Science Research*. Proceedings of the Phytochemical Society of Europe, Clarendon Press, Oxford.
- [10] Erra-Balsells, R. (2004) *Del volar de las proteínas y de como lograrlo (Espectrometría de masa UV-MALDI)*. Química Viva, 3 (2), www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

- [11] Liebler, D. C. (2002) Introduction to Proteomics- Tools for the New Biology, Human Press, Totowa, NJ.
- [12] Mann, M., Jensen, O. N. (2003) Proteomic analysis of post-translational modifications (www.nature.com/naturebiotechnology) 21: march.
- [13] Dell, A., Morris, H. (2001) Glycoprotein Structure Determination by Mass Spectrometry. Science, 291: 2351-2356.
- [14] Zaia, J. (2004) Mass spectrometry of oligosaccharides. Mass Spectrom. Rev. 23: 161-227.
- [15] Harvey, D.J. (1999) Matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry of carbohydrates Mass Spectrom. Rev. 18: 349-451.
- [16] Harvey, D. J. (2006) Analysis of carbohydrates and glycoconjugates by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry: and update covering the period 1999-2000. Mass Spectrom. Rev. 25: 595-662.
- [17] Harvey, D.J. (2008) Analysis of carbohydrates and glycoconjugates by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry: an update covering the period 2001-2002, Mass Spectrom. Rev. 27: 125-201.
- [18] Gholipour, Y., Nonami, H., Erra-Balsells, R. (2008) In Situ Analysis of Plant Tissue Underivatized Carbohydrates and On-Probe Enzymatic Degraded Starch by UV-Carbon Nanotube-assisted Laser Desorption/Ionization TOF Mass Spectrometry. Anal. Biochem. 383: 159-167.
- [19] Nonami, H., Fukui, S., Erra-Balsells, R. (1997) β -Carboline alkaloids as matrices for matrix-assisted ultraviolet laser desorption time-of-flight mass spectrometry of proteins and sulfated oligosaccharides: A comparative study using phenylcarbonyl compounds, carbazoles and classical matrices. J. Mass Spectrom. 32: 287-296.
- [20] Nonami, H., Tanaka, K., Fukuyama, Y., Erra-Balsells, R. (1998) β -Carboline alkaloids as matrices for UV-matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry in positive and negative ion modes. Analysis of proteins of high molecular mass, and of cyclic and acyclic oligosaccharides. Rapid Commun. Mass Spectrom. 12: 285-296.
- [21] Nonami, H., Wu, F., Thummel, R. P., Fukuyama, Y., Yamaoka, H., Erra-Balsells, R. (2001) Evaluation of pyridoindoles, pyridylindoles and pyridylpyridoindoles as matrices for UV-matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. Rapid Commun. Mass Spectrom. 15: 2354-2373.
- [22] Erra-Balsells, R., Nonami, H. (2002) Nor-harmane (9H-pyrindo[3,4-b]indole) as outstanding matrix for UV-matrix-assisted laser desorption /ionization time-of-flight mass spectrometry analysis of synthetic and bio-polymers. Environ. Control in Biol. 40: 55-73.
- [23] Tanaka, K., Waki, H., Ido, Y., Akita, S., Yoshida, Y., Yoshida, T. (1988) Protein and polymer analyses up to m/z 100 000 by laser ionization time-of-flight mass spectrometry. Rapid Commun. Mass Spectrom. 2: 151-153.
- [24] Tanaka, K. (2002) The origin of macromolecule ionization by laser irradiation, Nobel Lecture, <http://www.nobel.se>

- [25] Cole, R. B. (1997) *Electrospray Ionization Mass Spectrometry, Fundamentals, Instrumentation, and Applications*, John Wiley and Sons, INC., NY.
- [26] Fenn, J. B. (2002) *Electrospray Wings for Molecular Elephants*, Nobel Lecture, <http://www.nobel.se>
- [27] Erra-Balsells, R. (2004) Del volar de las proteínas y de como lograrlo (Espectrometría de masa ESI. *Química Viva*, 3 (3), www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar.
- [28] Fenn, J. B., Mann, M., Meng, C. K., Wong, S. F., Whitehouse, C. M. (1990) Electrospray ionization-principles and practice. *Mass Spectrom. Rev.* 9: 37-70.
- [29] Todd, P. J., Gregory Schaaff, T., Chaurand, P., Caprioli, R. M. (2001) Organic ion imaging of biological tissue with secondary ion mass spectrometry and matrix-assisted laser desorption/ionization. *J. Mass Spectrom.* 36: 355–369.
- [30] Wu, W., Liang, Z., Zhao, Z., Cai, Z. (2007) Direct analysis of alkaloids profiling in plant tissue by using matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry. *J. Mass Spectrom.* 42: 58–69.
- [31] Ciancia, M., Sato, Y., Nonami, H., Cerezo, A. S., Erra-Balsells, R., Matulewicz, M. C. (2005) Auto-hydrolysis of a partially cyclized μ/ν carrageenan and structural elucidation of the oligosaccharides by chemical, ^{13}C NMR and UV-MALDI MS analysis. *ARKIVOC*, XII: 319-331.
- [32] Fukuyama, Y., Kolender, A. A., Nishioka, M., Matulewicz, M. C., Erra-Balsells, R., Nonami, H., Cerezo, A. S. (2005) Matrix-assisted ultraviolet laser-desorption ionization and electrospray-ionization time-of-flight mass spectrometry of β -(1 \rightarrow 3), β -(1 \rightarrow 4)-xylans from *Nothogenia fastigiata*. Usage of nor-harmane as UV-MALDI matrix. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 19: 349-358.
- [33] Barboza, M., V. G. Duschak, V. G., Fukumaya, Y., Nonami, H., Erra-Balsells, R., Cazzulo, J. J., Couto, A. S. (2005) Structural Analysis of the N-glycans present in the C-terminal domain of the major cysteine proteinase of *Trypanosoma cruzi*. Identification of sulfated high-mannose type oligosaccharides. *European J. Biochem.* 272: 3803-3815.
- [34] Landoni, M., Duschak, V., Valnicc, G., Peres, J., Nonami, H., Erra-Balsells, R., Katzin, A. M., Couto, A. S. (2007) Sulfoglycosphingolipids are biosynthesized by the intraerythrocytic stages of *Plasmodium falciparum*. *Mol. Biochem. Parasitol.* 154: 22-29.
- [35] Casabuono, A. C., D'Antuono, A., Sato, Y., Nonami, H., Ugalde, R., Lcpek, V., Erra-Balsells, R., Couto, A. S. (2006) A matrix-assisted Laser desorption/ionization mass spectrometry approach of the Lipid A from *Mesorhizobium loti*. *Rapid. Commun. Mass Spectrom.* 20: 2175-2182.
- [36] Hillenkamp, F., Peter-Katalinic, J. (2007) *MALDI MS, A Practical Guide to instrumentation, Methods and Applications*. Wiley-VCH, Germany.
- [37] Knochenmuss R. (2006) Ion formation mechanisms in UV-MALDI. *Analyst* 131: 966.-986
- [38] Cotter, R.J. (1994) *Time-of-Flight Mass Spectrometry*, ACS Symposium Books, 549, ACS, Washington.
- [39] Cotter, R.J. (1997) *Time-of-Flight Mass Spectrometry. Instrumentation and Applications in Biological Research*, ACS Professional Reference Books, ACS, Washington.

[40] Schlag, E. W. (ed.) (1994) Time-of-Flight Mass Spectrometry and its Applications. Elsevier, NY.

ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA LINGÜÍSTICA: UNA COMPARACIÓN DE LA TEORÍA GENERATIVA Y LAS TEORÍAS DE BASE NEUROLÓGICA

José María Gil (CONICET y Universidad Nacional de Mar del Plata)

Dirección postal: Alberti 190 (7600) Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires

Teléfono: 0223-451-5385

Fax: 0223-475-2277 (laboral)

Dirección electrónica: jmgil@mdp.edu.ar

RESUMEN

En primer término, se exponen algunas hipótesis fundamentales de la teoría generativa, concretamente, las referidas a la “facultad del lenguaje” en sus sentidos “amplio” y “estrecho”. El tema es pertinente para la ciencia del lenguaje actual porque la generativa es una de las teorías lingüísticas más prestigiosas y difundidas, en gran parte debido al trabajo de su creador, Noam Chomsky.

A continuación se busca mostrar que las teorías lingüísticas de base neurológica (TLN) presentan hipótesis incompatibles con las de la teoría generativa, y se brinda un ejemplo concreto de cómo las dichas TLN pueden contrastar con éxito alguna de sus propias hipótesis.

El análisis resumido en los dos párrafos anteriores pretende dar lugar a la siguiente conclusión: Las TLN parecen una alternativa mejor que la generativa para caracterizar qué es y cómo funciona “el lenguaje”.

Palabras claves: lingüística – generativa – neurociencia – empirismo – confirmación

SUMMARY

Firstly, I will expose some fundamental hypotheses belonging to generative theory, namely, those about the “faculty of language” in the “narrow” and the “broad” senses. The issue is relevant in current language science because generative linguistics is one of the prestigious and disseminated theories, mainly due to the labor developed by its creator: Noam Chomsky.

Secondly, I will aim to show that neurological-based linguistic theories present hypotheses which are incompatible with those of generative theory, and I will also provide a concrete example of how these neurological-based theories test successfully some of their own hypotheses.

The analysis that has been summarized before is intended to support the following conclusion: the neu-

rological-based linguistic theories seem to be a better alternative than generative linguistics in order to explain what “language” is and how it works.

Palabras claves: lingüística – generativa – neurociencia – empirismo – confirmación

ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LA LINGÜÍSTICA: UNA COMPARACIÓN DE LA TEORÍA GENERATIVA Y LAS TEORÍAS DE BASE NEUROLÓGICA

The contents of the faculty of language in the narrow sense are to be empirically determined, and could possibly be empty, if empirical findings showed that none of the mechanisms involved are uniquely human or unique to language, and that only the way they are integrated is specific to human language.

The distinction itself [faculty of language in the broad sense and faculty of language in the narrow sense] is intended as a terminological aid to interdisciplinary discussion and rapprochement, and obviously does not constitute a testable hypothesis.

W. T. FITCH, M. HAUSER & N. CHOMSKY (2005, p. 181)

1. Una distinción fundamental para la teoría generativa

En los últimos años, dentro de la teoría generativa, ha habido un candente debate en torno a qué hay de especial en el lenguaje (Hauser, Chomsky y Fitch 2002; Jackendoff 2002; Pinker y Jackendoff 2005; Fitch, Hauser y Chomsky 2005; Chomsky 2005). Más allá de las importantes diferencias que se ponen de manifiesto entre la posición de Chomsky (2005) y la de Pinker y Jackendoff (2005), por ejemplo, hay una base común: En todas sus variantes (que presentan un modelo “computacional” del lenguaje) la teoría generativa establece una diferencia clave entre la facultad del lenguaje en sentido amplio y la facultad del lenguaje en sentido estrecho.

- **Facultad del lenguaje en sentido amplio:** El “lenguaje” en sentido amplio abarca lo que para muchos biólogos y psicólogos puede definirse como el “sistema de comunicación usado por los seres humanos”. De este modo, la facultad del lenguaje en sentido amplio se define como “la totalidad de los aspectos del lenguaje”, lo que abarca todo lo compartido con otras habilidades psicológicas (Pinker y Jackendoff, p.203); consiste en todos los mecanismos involucrados en el habla y en el lenguaje, independientemente de si se superponen con otros dominios cognitivos de los seres humanos o con las habilidades de otras especies.
- **Facultad del lenguaje en sentido estrecho.** El lenguaje en sentido estrecho abarca lo que para los lingüistas generativistas constituye el núcleo abstracto de operaciones computacionales, central para el lenguaje y posiblemente único de los humanos. Por ello, la facultad del lenguaje en sentido estrecho es el conjunto de aspectos del lenguaje “que son especiales del lenguaje” (Pinker y Jackendoff 2005, p. 203). Pero dado que el lenguaje como un todo es único de nuestra especie, parece muy probable que haya un subconjunto dentro de la facultad del lenguaje en sentido amplio que sí sea exclusivo tanto del lenguaje como de los seres humanos. Ese subconjunto de mecanismos (especial y exclusivo del lenguaje) es la facultad del lenguaje en sentido estrecho.

Fitch, Hauser y Chomsky (2005, p. 181) entienden que ninguno de los dos explananda anteriores es mejor que el otro, pero destacan que los enunciados acerca de uno pueden ser inaplicables al otro. También señalan que los contenidos de la facultad del lenguaje en sentido estrecho tendrán determinarse por medio de la investigación empírica. Admiten (ésta es la cita del epígrafe de este trabajo) que dichos contenidos podrían en realidad no existir, o “estar vacíos”, en el caso de que los hallazgos empíricos mostraran que ninguno de los mecanismos involucrados son exclusivamente humanos o exclusivos del lenguaje, y que en realidad sólo la forma en que están integrados dichos mecanismos es lo que resulta específico del lenguaje. Luego, los mismos Fitch, Hauser y Chomsky (2005, p. 181) también reconocen que la distinción “amplia-estrecha” es una ayuda terminológica tendiente a favorecer la discusión y el intercambio interdisciplinario; “obviamente no constituye una hipótesis contrastable”.

2. El lenguaje y la facultad del lenguaje como objetos ilusorios: Teorías lingüísticas de base neurológica (TLN)

Hay teorías lingüísticas basadas en los descubrimientos de la neurociencia (Lamb 1999, 2004, 2006; Pulvermüller 1999, 2002, 2005) que permiten ver las cosas de un modo diferente. En efecto, a partir de estas teorías, que podríamos denominar teorías lingüísticas de base neurológica (TLN), podemos cuestionar el supuesto de que la investigación lingüística tiene que partir de la definición de “lenguaje”, el objeto que supuestamente se investiga. Ocurre que el concepto de “lenguaje” parece darse por sentado pero en realidad se sostiene en abstracciones o “ayudas terminológicas” como las expuestas en la primera parte de este trabajo. De esta manera, las TLN, a veces sin necesidad de hacer explícita su metodología, parten de la idea de que no es necesario definir el “lenguaje” de antemano, porque el objeto de estudio es simplemente el individuo real, o más precisamente, el sistema que en el cerebro del individuo real le permite a dicho individuo embarcarse con éxito en actividades como hablar, entender, leer y escribir. En principio, las cosas analizadas por las TLN son bien concretas, fáciles de identificar por parte de la investigación empírica, a saber:

- las personas;
- los órganos de producción del habla y las operaciones realizadas por dichos órganos;
- las producciones lingüísticas de las personas, ya sean estas habladas (ondas sonoras) o escritas (en papel u otra superficie), y grabaciones y transcripciones de las producciones orales;
- los procesos de hablar, entender y aprender;
- el sistema de información mental (ubicado en la corteza cerebral) que hace posibles aquellos procesos.

El sistema mencionado en el último de los puntos (que difiere de una persona particular a otra) puede denominarse sistema lingüístico. Desde la perspectiva de las TLN, es posible sugerir que todo lo que subyace a los escurridizos conceptos de “facultad del lenguaje” o “lenguaje” (en cualquiera de sus sentidos) es, en el mejor de los casos, algo demasiado abstracto. En el peor de los casos puede sugerirse que “facultad del lenguaje” es directamente un concepto ilusorio. A diferencia de los puntos enumerados más arriba, los conceptos de “facultad del lenguaje en sentido amplio” o “facultad del lenguaje en sentido estrecho” no son directamente observables, se respaldan en supuestos previos o (como lo admiten Chomsky y otros) en convenciones terminológicas. La noción misma de “lenguaje” ha llegado a nosotros después una larga tradición y a veces ha promovido la fe en cosas que no son empíricamente demostrables. La aparición frecuente de la expresión “lenguaje” (y de sus equivalentes en lo que llamamos “otros idiomas”, distintos del español) nos lleva a formar este objeto conceptual en nuestros sistemas de creencias y a imaginar que en efecto existe dicho objeto, más allá de las manifestaciones visibles enumeradas en los puntos de más arriba. El resultado de todo esto es la tendencia natural a creer que el “lenguaje” es un objeto del mundo. Es así que las TLN se evitan tener que trabajar con este concepto escurridizo o ilusorio, y parten de fenómenos claramente identificables desde un punto de vista empírico.

Las TLN dan entonces lugar a una reinterpretación del status de la ciencia del lenguaje. Es precisamente

en el marco de las TLN que pueden llegar a caracterizarse las operaciones que subyacen a procesos como hablar, entender o aprender. De manera concreta, las TLN aspiran a caracterizar (i) los procesos por medio de los cuales el cerebro humano aprende a usar el lenguaje y (ii) las estructuras cerebrales que hacen que esos procesos sean posibles.

Para las TLN, en última instancia, “lenguaje” es sólo un término, uno que hemos seleccionado para referirnos a una configuración particular de subsistemas interconectados a los que nos gusta pensar como si fueran unitarios (Lamb 1999, p. 373). De este modo, si las cosas son como proponen las TLN, el “sistema lingüístico” está complejamente conectado a otros subsistemas del sistema cognitivo total (tal como lo admite la idea generativista de “facultad del lenguaje amplio”): Pero, además, no existe ningún órgano o mecanismo en el cerebro que sea exclusivamente humano (a diferencia de lo que sugiere la idea misma de “facultad del lenguaje en sentido estrecho”). Y si esto es así, la distinción entre los dos sentidos de la “facultad del lenguaje” es innecesaria y falsa.

De acuerdo con las TLN, y en contra de la teoría generativa, podemos aceptar la siguiente hipótesis: Lo que tiene de especial la particular configuración de sistemas corticales interconectados que llamamos “lenguaje” es la conectividad. A partir de las áreas fonológicas, las conexiones se extienden hacia la circunvolución angular y las áreas vecinas en la parte posterior de la corteza, y a través de senderos similares en el lóbulo frontal, hacia el resto de la corteza, inclusive la gran área rectora de asociación supra-modal. De esta manera, nos provee desde conexiones de símbolos fonológicos (no almacenados, pero que se pueden producir y recibir) hasta todo aquello que seamos capaces de experimentar o imaginar. Las TLN buscan dar cuenta del sistema (o subsistema) lingüístico como un sistema mental que interactúa con otros sistemas cognitivos, tales como la visión, la percepción somática, la audición, etc. No todos estos sistemas “externos” son parte del lenguaje, claro, pero todos parecen ser necesarios cuando queremos explicar cómo es que la información lingüística se representa en nuestros cerebros.

Hay descubrimientos recientes de la neurociencia que permiten respaldar la hipótesis de la interacción entre los sistemas lingüísticos y otros sistemas cognitivos. Nos referiremos a un ejemplo concreto en el próximo apartado.

3. Confirmación de una hipótesis fundamental de las TLN: Análisis de un ejemplo

Un ejemplo pertinente de lo tratado hasta aquí es el de la contrastación llevada a cabo por Julio González, Friedeman Pulvermüller y otros (2006), tal como lo sugiere el ilustrativo título del trabajo: “Reading ‘cinnamon’ activates olfactory brain regions”. En efecto, por primera vez, en este estudio se investigó la relación entre la información lingüística y olfativa usando la imagen de resonancia magnética funcional [fMRI]). Varios hispanohablantes nativos diestros leyeron pasivamente palabras relacionadas con olores (‘ajo’, ‘canela’, ‘jasmín’) e ítems lingüísticos neutrales. Los términos relacionados con el olfato produjeron activaciones en la corteza olfativa primaria, que incluye la corteza piriforme y la amígdala. Los resultados sugieren la activación de conjuntos celulares corticales ampliamente distribuidos en el procesamiento de palabras olfativas. Estas poblaciones de neuronas se extienden a áreas del lenguaje, pero también alcanzan algunas partes del sistema olfativo. Según los autores, estos sistemas neurológicos distribuidos pueden ser la base del procesamiento de elementos del lenguaje, de su información conceptual y semántica relacionada, y de su información sensorial asociada.

A partir de la investigación de González y otros (2006), se pueden reconstruir entonces los siguientes elementos:

- Hipótesis H (de las TLN): La información lingüística está distribuida en la corteza cerebral. (Por ejemplo, la información que somos capaces de procesar cuando decimos, escuchamos, escribimos o leemos ‘canela’).
- Hipótesis “Auxiliar” A (proveniente de las investigaciones de la neurociencia): La corteza ol-

fativa primaria incluye la corteza piriforme y la amígdala.

- **Contrastación C:** Varios hispanohablantes diestros sometidos a una imagen de resonancia magnética funcional (fMRI) leen palabras olfativas como 'canela'.
- **Efecto esperable E:** La imagen de resonancia magnética funcional (fMRI) revela actividad cerebral en la corteza piriforme y la amígdala de los cerebros de los lectores.

Luego, por medio del razonamiento [1], puede explicarse cómo interpretar que ha habido una confirmación de la hipótesis H, acerca de la distribución de la información lingüística en la corteza cerebral.

[1] **Premisa 1:** Si la información lingüística está distribuida en la corteza cerebral y, además, la corteza olfativa primaria incluye la corteza piriforme y la amígdala, entonces, si varios hispanohablantes diestros sometidos a una imagen de resonancia magnética funcional (fMRI) leen palabras olfativas como 'canela', [se observará que] la fMRI revela actividad cerebral en la corteza piriforme y la amígdala de los cerebros de los lectores.

Premisa 2: Varios hispanohablantes diestros sometidos a la fMRI leen palabras olfativas como 'canela', y la fMRI revela actividad cerebral en la corteza piriforme y la amígdala de los cerebros de los lectores.

Conclusión: la información lingüística está distribuida en la corteza cerebral y, además, la corteza olfativa primaria incluye la corteza piriforme y la amígdala.

El ejemplo [1] es la instancia de una forma inválida, a saber, la de [2]:

[2] (H A) (C E)
 C E
 ∴ H A

4. Conclusiones

1. El trabajo de González et al. (2006) es uno de los tantos ejemplos que podrían interpretarse como la confirmación de una hipótesis fundamental de las TLN. Dicha confirmación, que tiene la forma lógica de [1]/[2], puede contar como un argumento a favor para suponer que la hipótesis H, según la que la información lingüística está distribuida en la corteza cerebral, es verdadera. A pesar de que puede interpretarse que la hipótesis H es verdadera, esto no da lugar a sugerir que las hipótesis de la teoría generativa hayan sido refutadas. Como bien han explicado Duhem y Hempel, entre otros, no hay contrastaciones cruciales en la ciencia. Que una teoría confirme una determinada hipótesis no es un argumento decisivo para descartar todas las hipótesis incompatibles de otra teoría.

2. Sin embargo, y en contra de la teoría generativa, es posible sugerir una primera alternativa: La hipótesis de que hay una "facultad del lenguaje en sentido estrecho" es al menos cuestionada por la conjunción de la contrastación C y el efecto esperable E de [1]. En efecto, estos descubrimientos empíricos mostrarían que (i) las partes del cerebro involucradas en la representación de la información lingüística no sirven exclusivamente para procesar información lingüística y (ii) la información lingüística puede representarse en el cerebro de un modo comparable a y conectado con la información de otros sistemas cognitivos.

3. Otra alternativa, distinta y seguramente peor para la teoría generativa es que nada de lo que se diga de la “facultad del lenguaje en sentido estrecho” es refutable, sencillamente porque las afirmaciones acerca de ella no son empíricas. ¿Y qué puede decirse de una teoría cuyas hipótesis no se sometan al tribunal de la experiencia?

4. El defensor de la teoría generativa tal vez pueda decir, como seguramente lo hará, que la investigación cuya forma lógica se reseña en [1] es acerca de la facultad del lenguaje en sentido amplio y no acerca de la facultad del lenguaje en sentido estrecho. Pero esto nos lleva de nuevo a la conclusión 2 o, peor aún, a la conclusión 3: la facultad del lenguaje en sentido estrecho se sigue escurriendo y no parece haber nada que pueda hacerse para testearla.

5. Por todo lo anteriormente expuesto, me parece que las teorías de base neurológica, (como las de Sydney Lamb y Friedeman Pulvermüller) son preferibles a la teoría generativa para entender cómo es y cómo funciona en la corteza cerebral eso que en la lengua cotidiana llamamos “lenguaje”.

Bibliografía

- Chomsky, N. (2005) “Three Factors in Language Design”, *Linguistic Inquiry*, Vol. 36, 1, pp. 1-22.
- Fitch, W. T., M. D. Hauser y N. Chomsky (2005) “The evolution of the language faculty: Clarifications and implications”, *Cognition*, 97, pp. 179-210.
- González, J., A. Barros-Loscertales, F. Pulvermüller, V. Meseguer, A. Sanjuán, V. Belloch y C. Ávila (2006) “Reading cinnamon activates olfactory brain regions”, *NeuroImage*, 32 pp. 906-912.
- Jackendoff, R. (2002) *Foundations of language: brain, meaning, grammar, evolution*, Nueva York, Oxford University Press.
- Lamb, S. (1999) *Pathways of the brain: The neurocognitive basis of language*, Ámsterdam, John Benjamins.
- Lamb, S. (2004) *Language and Reality*, Londres, Continuum Books (editado por J. Webster).
- Lamb, S. (2006) “Being Realistic, Being Scientific”, en Shin Ja Hwang, William J. Sullivan
- Pinker, S y R. Jackendoff (2005) “The faculty of language: what’s special about it?”, *Cognition*, 95, pp. 201–236.
- Pulvermüller, F. (1999) “Words in the brain’s language”, *Behavioral and Brain Sciences*, 22, pp. 253–336.
- Pulvermüller, F. (2002) *The Neuroscience of Language. On Brain Circuits of Words and Serial Order*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Pulvermüller, F. (2005) “Brain mechanisms linking language and action”, *Nat. Rev., Neurosci*, 6, pp. 576-582.

CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS SOBRE LA APLICABILIDAD DE LAS REDES DE INTERACCIÓN EN LOS ESTUDIOS AMBIENTALES *

David Kuczynski

Instituto de Ecología y Contaminación Ambiental, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad de Morón, Cabildo 134, (1708) Morón, Argentina.

E-mail: dkuczynski@unimoron.edu.ar.

ABSTRACT

Methodological considerations regarding the applicability of networks in environmental studies.

For identification of environmental impacts they come using different offers, all which present advantages and disadvantages, and there use traditionally in independent form some of others. Matrices are widely used but they do not allow to relate impacts. Networks can turn out to be relatively complex and of difficult interpretation. In the present paper there are done an analysis of the strengths and weaknesses of the method of interaction networks and of some of his adjustments and modifications. Likewise, one proposes a technical procedure that allows to develop the network departing from the confection of a two-dimensional matrix, integrating by this way both methods and optimizing their possibilities, with the consequent practical feasibility for environmental studies. The concept of “multiple origin impacts” is proposed.

Key words: environmental impacts, environmental impact assessment, networks, operative procedures, multiple origin impacts.

RESUMEN

Para la identificación de impactos ambientales se vienen utilizando diferentes propuestas, todas las cuales presentan ventajas y desventajas, y se emplean tradicionalmente en forma independiente unas de otras. Las matrices son ampliamente utilizadas pero no permiten relacionar impactos. Las redes de interacción pueden resultar relativamente complejas y de difícil interpretación. En el presente trabajo se hace un análisis de las fortalezas y debilidades del procedimiento del sistema de redes y de algunas de sus adaptaciones y modificaciones. Asimismo, se propone una técnica que permite desarrollar las redes partiendo de la confección de una planilla bidimensional, integrando así ambos métodos y optimizando sus posibilidades, con la consiguiente factibilidad práctica para los estudios ambientales. Se acuña y propone el concepto de “impactos de origen múltiple” (IOM).

Palabras clave: Impactos ambientales, Evaluación de Impacto Ambiental, redes de interacción, procedimientos operativos, impactos de origen múltiple.

* Contribución Científica N° 74 del Instituto de Ecología y Contaminación Ambiental (FCEQyN-UM).

INTRODUCCIÓN

La compleja trama de interrelaciones que caracteriza a cualquier ecosistema, exige, para su adecuado estudio y comprensión, la instrumentación de técnicas específicas de suficiente idoneidad. El constante avance de la tecnología y del conocimiento mismo del objeto de estudio, obliga a su vez a su permanente actualización y adecuación.

En el caso de los ecosistemas urbanos o de los ecosistemas naturales con influencia antropógena -lo que en un sentido amplio, abarca la mayoría de los ecosistemas del Planeta-, se agrega a su complejidad original una serie de nuevos elementos a analizar e integrar. Entre ellos se destacan los impactos ambientales, entendidos como las consecuencias de cualquier acción o actividad humana sobre los componentes del ecosistema. Los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se han venido desarrollando como respuesta tentativa a la necesidad de identificar, evaluar y predecir, en la medida de lo posible, estos impactos ambientales.

Si bien la percepción de que las actividades humanas pueden afectar al entorno se vislumbró hace tiempo, muy recientemente se fue aplicando a pautas metodológicas concretas, al ir apareciendo en la literatura especializada algunos métodos específicos de EIA, que abarcan diversas estrategias para recolección y tratamiento de datos sobre el ambiente y sobre las actividades analizadas, para la forma de comunicar los resultados y fundamentalmente para la previsión de los impactos (Bisset, 1987; Black, 1991; Canter y Hill, 1979; Ellis, 1989; Wathern, 1990; World Bank, 1991).

Luego de la sanción de la Ley Federal del Ambiente (EEUU, 1969), que estableció la obligatoriedad de evaluar los impactos ambientales con anticipación a la ejecución de cualquier proyecto que pueda comprometer a los ecosistemas involucrados, numerosas legislaciones fueron incorporando normas y disposiciones similares. Si bien todas coinciden en la necesidad de identificar los impactos e investigarlos en alguna manera, no especifican métodos o procedimientos específicos para semejante tarea. Ante tal situación, desde ámbitos académicos y científicos se fueron proponiendo diversas ideas al respecto (Canter, 1996; Kuczynski, 1997, 2005a; MEOPMA, 1995; Morris y Therivel, 2001; Munn, 1979).

El método desarrollado por el Ing. Luna Leopold y colaboradores del U.S. Geological Survey a comienzos de los años 70, que propone la aplicación de una matriz de doble entrada en la que se confrontan acciones y variables ambientales (Leopold et al., 1971), constituyó una de las primeras alternativas para la identificación de los impactos, transformándose pronto en una de las técnicas más popularizadas y más ampliamente empleadas en la literatura internacional sobre el tema. En un trabajo anterior (Kuczynski, 2005b) hemos publicado un análisis crítico sobre dichas técnicas matriciales y sus variantes, discutiendo sus posibilidades y limitaciones operativas, así como sus fortalezas y debilidades. Con posterioridad hemos hecho algunos aportes mediante la incorporación a la matriz, de la posibilidad de evaluar el grado de conflictividad de los impactos identificados (Kuczynski, 2008).

Una de las principales debilidades de las matrices radica en que no permiten establecer las posibles interacciones que puedan existir entre los impactos, ni diferenciar los impactos primarios de los secundarios. En todos los casos, independientemente de las dimensiones de la planilla, cada celda resulta un compartimiento "estanco", que no está comunicada con las otras celdas en ninguno de los siguientes aspectos:

1. No interactúa con las celdas de la misma columna (\implies igual acción antropógena)
2. No interactúa con las celdas de la misma fila (\implies igual factor ambiental)
3. No interactúa con otras celdas con las cuales comparte el mismo carácter (impactos positivos o negativos)
4. No interactúa con otras celdas con las cuales comparte algún atributo (c.g., igual nivel de intensidad, igual grado de reversibilidad, igual probabilidad de ocurrencia, etc.).

Esta cuestión resulta, a nuestro criterio, un concepto de enorme trascendencia que amerita trabajar en búsqueda de su posible solución.

Una variante metodológica que se propuso para la identificación de los impactos ambientales radica en la confección de las denominadas “redes” o “grafos”, que consisten básicamente en diagramas que relacionan las acciones con los factores involucrados. Aunque resuelven en parte la falencia de las matrices más arriba mencionada, pueden implicar determinado grado de complejidad en su ejecución o dificultad en su interpretación (Canter, 1996; Concha Fernández, 1997; Estevan Bolea, 1984).

En el presente trabajo se hace un análisis de las fortalezas y debilidades del procedimiento del sistema de redes y de algunas de sus adaptaciones y modificaciones. Asimismo, se propone una técnica que permite desarrollar las redes partiendo de la confección de una planilla simple, integrando así ambos métodos y optimizando sus posibilidades.

El presente trabajo es parte de una investigación desarrollada en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad de Morón, en el marco de los proyectos de investigación y desarrollo convocados por la Secretaría de Ciencia y Tecnología (PID A09-001/06).

LAS REDES DE INTERACCIÓN

Las redes de interacción (networks) se basan en diagramas o esquemas que intentan integrar las causas de los impactos y sus consecuencias, mediante la identificación sobre el papel de las relaciones entre las acciones causales y los factores ambientales alterados (Canter, 1996). El objetivo básico es desplegar, en un formato fácilmente comprensible, las relaciones entre un proyecto y sus impactos ambientales.

J.C. Sorensen fue posiblemente el primero en desarrollar una red de interacción, a partir de su brillante tesis doctoral presentada en 1971 en la Universidad de California en Berkeley, aplicada a identificar y controlar la degradación de los recursos y conflictos ambientales en zonas costeras (Sorensen, 1971, 1972). En la figura 1 se muestra una simplificación del diagrama de redes propuesto por Sorensen para un proyecto de dragado.

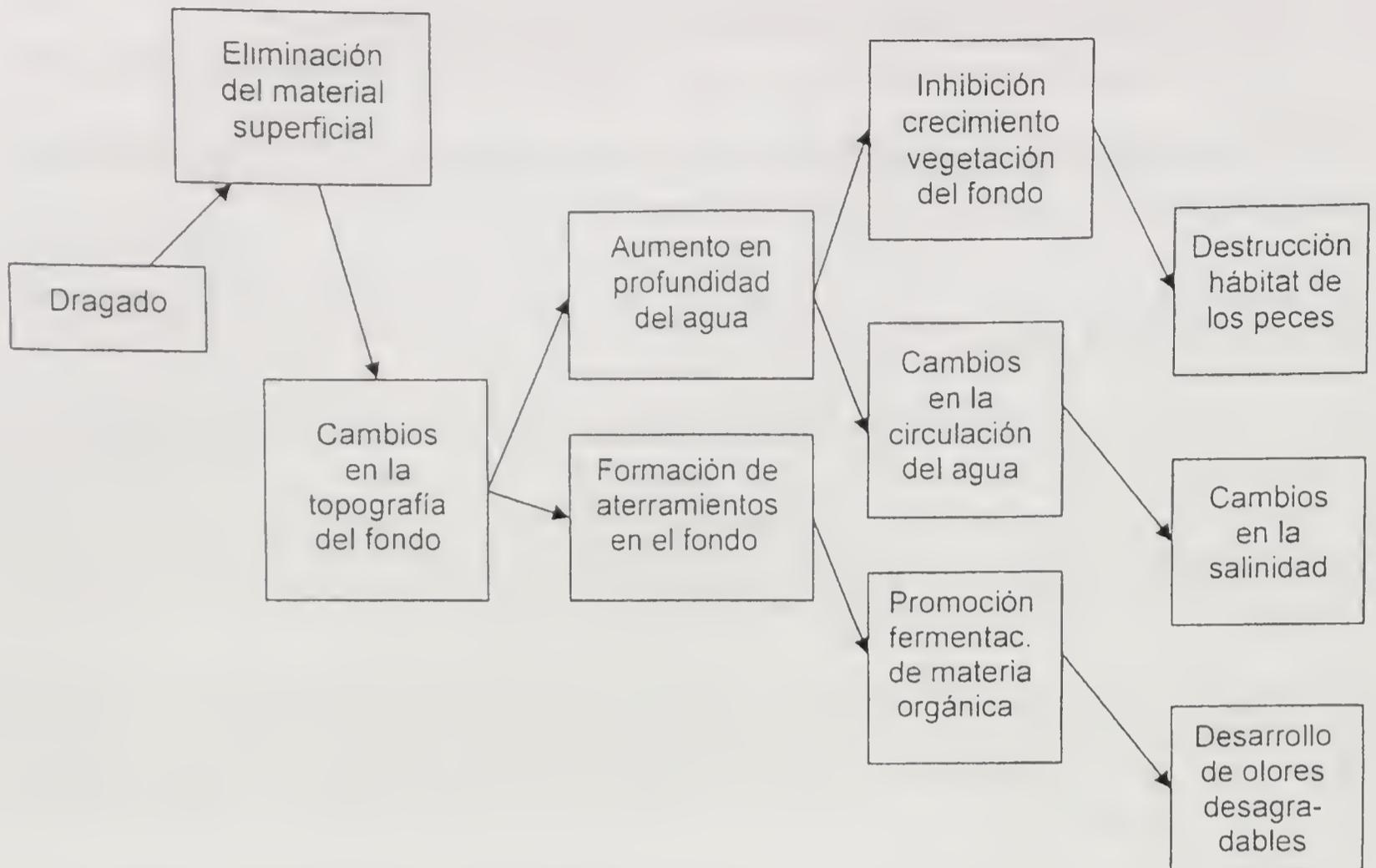


Figura 1. Esquema de una red de interacción simplificada.

El aporte original de Sorensen fue punto de partida de diversas propuestas de redes y de su representación, esta última mencionada generalmente como "Sorensen Network" (Bisset, 1987; Canter, 1996; Mason y Moore, 1998; Westman, 1985).

Las redes admiten varias formas de representación, en su mayoría con la ayuda de flechas que definen las relaciones causa-efecto. Las más sencillas consisten en la unión de elementos (acciones o sus consecuencias) en un sentido de circulación: de izquierda a derecha, o de arriba hacia abajo del papel. Como un ejemplo ilustrativo, la figura 2 representa una adaptación de la red desarrollada por Simons (1979) para los impactos de un embalse.

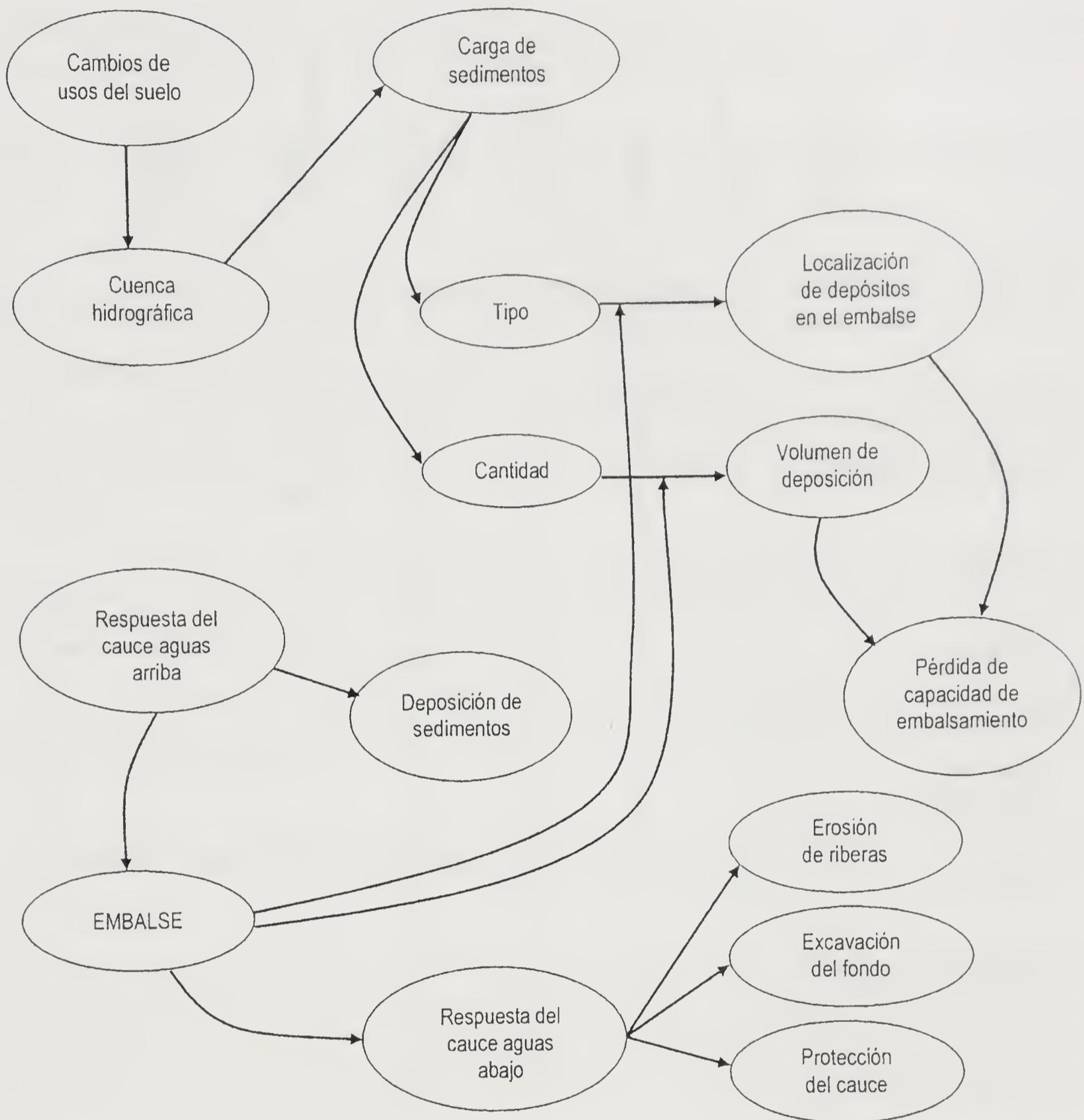


Figura 2. Representación de una red de interacción indicando relaciones causa-efecto.

La principal novedad que aportó la idea de las redes fue la incorporación de flechas, que indican las relaciones entre los impactos y el sentido en que se producen o hacia el cual se dirigen las consecuencias de los mismos. Aunque existen numerosas variantes, estas flechas se han representado frecuentemente mediante líneas rectas, y muchas veces sin respetar un determinado sentido secuencial, originando flechas que regresan hacia atrás, que pueden interceptar a otras flechas o cerrarse en forma de ciclo, complicando mucho la lectura e interpretación del esquema.

En este sentido, el Comité Internacional de Grandes Presas desarrolló por su parte un sistema de redes, que consiste básicamente en un listado de acciones y de factores sobre los cuales se agregan flechas para representar las reacciones en cadena entre los impactos (ICOLD, 1982). Las líneas son siempre rectas, y se subdividen en varios niveles según se compliquen las interacciones. Un esquema se muestra en la figura 3.

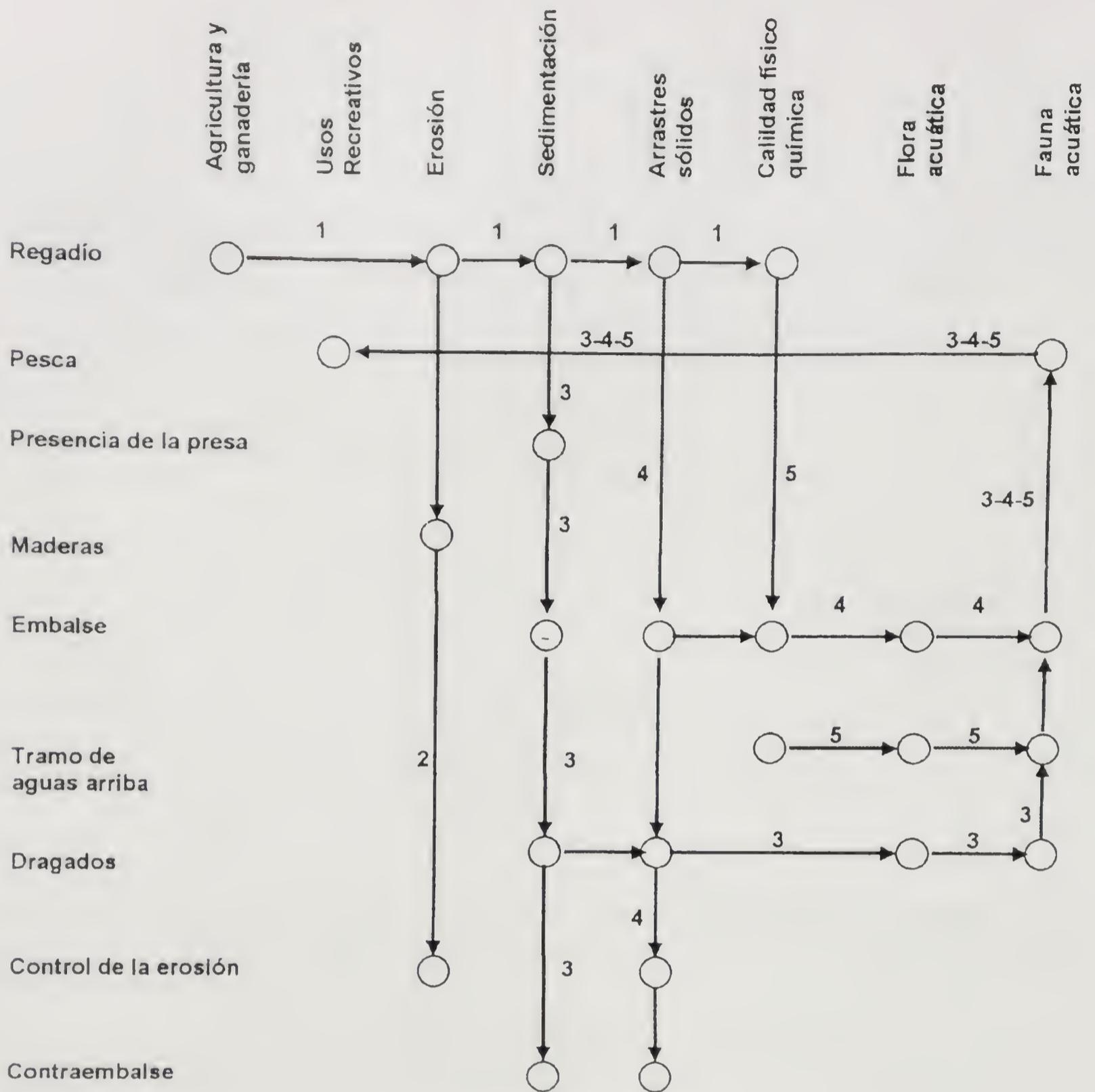


Figura 3. Representación del sistema de redes desarrollado por el ICOLD.

En este caso (fig. 3), una explicación mínima sería la siguiente:

Primera lectura horizontal (1): El uso del agua para el regadío trae desarrollo de la agricultura, pero a su vez trae erosión, sedimentación, cambios en la calidad del agua y aumento de arrastres sólidos.

Primera lectura vertical (2): La erosión afecta la producción de madera

Segunda lectura vertical (3): La presencia de la presa produce sedimentación. Pueden al respecto ponerse algunas medidas mitigadoras:

- Construir un contraembalse para retener los arrastres de sólidos
- Proveer al dragado del embalse, lo cual a su vez trae modificación de la flora acuática, perjuicio en la pesca, y a su vez afecta los usos recreativos (con esto en el esquema se cierra el ciclo en un "bucle" rectangular).

Tercera lectura vertical (4): El arrastre de sólidos motivado por el regadío modifica la calidad del agua, la flora y fauna acuáticas (se continúa en la línea horizontal de embalse).

Cuarta lectura vertical (5): La modificación de la calidad del agua modifica también la flora y la fauna.

Este tipo de red de interacción resulta, a nuestro criterio, de difícil y compleja interpretación, puede ser incompleta, y presenta además otros inconvenientes, entre los que hemos observado los siguientes:

- Cada interacción requiere una explicación, sin el cual resulta muy difícil o confusa su interpretación.
- Las relaciones pueden retroalimentarse, formando “bucles cerrados”.
- Los factores ambientales están indistintamente en las filas y en las columnas. (Por ejemplo, “calidad química del agua” y “fauna acuática” están como filas y “tramo de aguas arriba” está como columna).
- Las flechas no indican necesariamente relaciones causa-efecto. (Por ejemplo, en (1) los fenómenos de erosión, sedimentación, cambios en la calidad del agua y arrastres sólidos no son consecuencias sucesivas unos de otros, en el orden en que están indicados, sino que son todos consecuencias de la influencia del riego en la agricultura).
- Se entremezclan las acciones y sus efectos o consecuencias, junto con los factores o características ambientales y las medidas correctoras (y sus propios efectos mitigadores), alternándose sin ninguna especificación o delimitación.
- La numeración que se emplea para las flechas se reitera y cambia de sentido varias veces (horizontal, vertical, hacia la izquierda, hacia la derecha), haciendo muy confuso su seguimiento e interpretación.
- Se requiere siempre la elaboración de un texto explicativo acompañando todo el esquema (lo cual, en última instancia, hace innecesaria la elaboración de la misma red).

Las redes se pueden expresar también en forma de matrices sucesivas, donde una acción del proyecto trae como consecuencia diversos impactos primarios. Estos se agrupan en una primera columna y se transcriben a la matriz siguiente, donde pasan a ser las nuevas acciones, para determinar los impactos secundarios. A su vez, estos últimos se pasan a una nueva matriz, donde se identificarán impactos terciarios (Gómez Orca, 1999). Su representación se esquematiza en la figura 4.

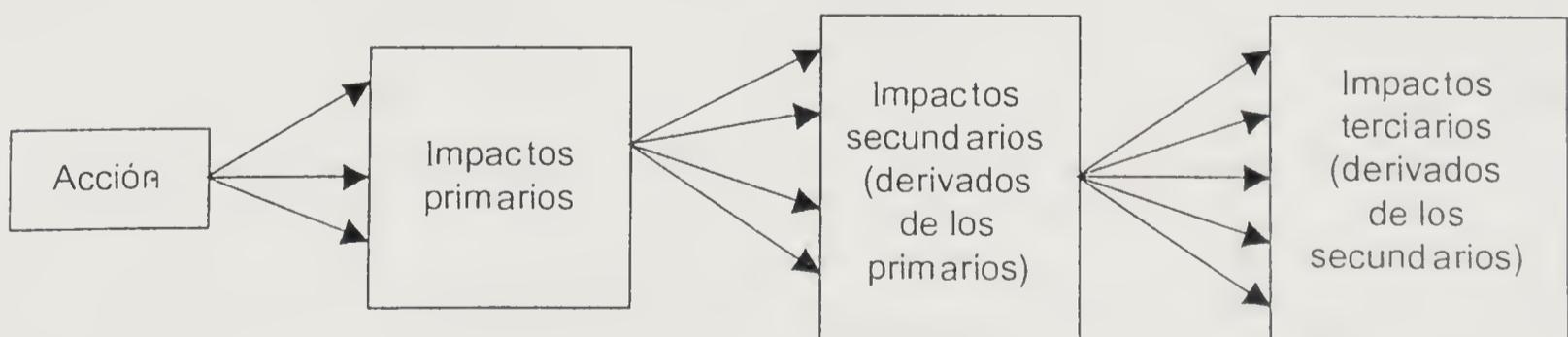


Figura 4. Esquema de una red elaborada mediante matrices sucesivas.

Son escasas las publicaciones en las que el empleo de redes constituye el principal aspecto metodológico de un estudio ambiental. Como un ejemplo elocuente, puede mencionarse el aporte de Mason y Moore (1998), que utilizan el sistema de Sorensen para evaluar los impactos del ecoturismo sobre dos ecosistemas marinos de las costas australianas. Tras una breve discusión de las virtudes y debilidades de diferentes métodos para identificar impactos, deciden priorizar el empleo de una red, plasmando los resultados en una extensa grilla

de la cual surgen flechas rectas que conducen a las consecuencias, ordenadas en dos columnas: una para los efectos primarios, y la otra para las “condiciones consecuentes”.

De lo anteriormente expuesto se desprende que las redes deberían ser de dimensiones limitadas, ya que pueden complicarse hasta hacer difícil su comprensión visual, que es su principal fortaleza. Posiblemente debido a los inconvenientes que presentan, históricamente han sido mucho menos utilizadas que las matrices, pese a que estas últimas no permiten observar las interacciones entre impactos. No obstante, constituyen una herramienta muy útil que no debe descartarse en el momento de encarar un estudio de impactos. El investigador en temas ambientales debe tener a su disposición el mayor abanico posible de posibilidades técnicas. Precisamente, la selección misma del método a emplear conforma un aspecto relevante, que pone en evidencia tanto la idoneidad y experiencia personal del profesional participante como el adecuado manejo del trabajo grupal y del consenso interdisciplinario en el caso de los equipos de trabajo, quienes deberán determinar el mejor método para cada situación específica, en función de múltiples aspectos como recursos disponibles, tiempo, información existente o finalidad primaria del estudio (Kuczynski 1997, 2005a).

PROPUESTA METODOLÓGICA

Los sistemas de redes han derivado en numerosas formas y variantes de representación, que, como se indicó más arriba, a veces tienden más a complicar su empleo que a simplificarlo. Pero consideramos que constituyen un instrumento meritorio, que no debe desaprovecharse. Al respecto, enfatizamos nuestra convicción de que la finalidad de un procedimiento de EIA es facilitar la identificación de los impactos, mediante la aplicación de una metodología simple, rápida, clara y confiable.

Nuestro aporte pone énfasis en la idea de que los dos principales grupos de métodos mencionados, las matrices y las redes, no deben ser tratados como alternativas aisladas e independientes, y mucho menos incompatibles, sino que pueden complementarse y relacionarse mutuamente.

1. Interrelación entre impactos

La matriz tradicional, que confronta acciones y actividades humanas con variables ambientales, sólo permite identificar impactos de tipo directo. Pero ocurre que muchos impactos pueden estar a su vez interrelacionados, de modo que unos sean consecuencia de los otros. Esta interrelación se da a lo largo de toda la planilla. Como ejemplo, tomemos la circulación de vehículos, acción común a cualquier territorio con presencia antrópica. El esquema básico se indica en la figura 5. La “circulación vehicular” influye negativamente sobre la “calidad del aire”, e impacta asimismo en la “calidad de vida”, en este caso en forma positiva.

		Circulación vehicular	
Calidad del aire		Negativo	
Calidad de vida		Negativo	

Figura 5. Esquema simplificado de una matriz para una acción determinada.

Pero en la apreciación que antecede no se tiene en cuenta la posible relación entre los propios impactos. Como se muestra en la figura 6, la calidad del aire afectada por la circulación vehicular (impacto “negativo”) a su vez afecta a la calidad de vida, ahora en forma también negativa.

		Circulación vehicular
Calidad del aire		Negativo
Calidad de vida		Negativo

Figura 6. Representación de la interacción entre impactos generados por una misma acción.

Como en esta celda ya existía un impacto primario, si se mantiene esta información y se adiciona la interacción mencionada, la misma celda presentará efectos primarios positivos (= la posibilidad de contar con vehículos para desplazarse mejora la calidad de vida) y simultáneamente efectos secundarios negativos (= la contaminación atmosférica originada por esos mismos vehículos deteriora la calidad de vida). Para indicar estas circunstancias en forma gráfica, puede subdividirse la celda, como se indica en la figura 7.

		Circulación vehicular
Calidad del aire		Negativo
Calidad de vida		Negativo
		Positivo

Figura 7. Representación de la interacción entre impactos con celdas subdivididas.

Estas interrelaciones pueden darse asimismo entre impactos ocasionados sobre la misma variable ambiental, representada a lo largo de una fila de la planilla. Por ejemplo, en cualquier región urbanizada es esperable que la calidad del terreno esté afectada entre otras acciones por las construcciones, la extensión de la trama urbana, el transporte de materiales y la generación de residuos sólidos. Su representación en una matriz simplificada se indica en la figura 8.

	Construcciones		Extensión de la trama urbana		Transporte de materiales		Generación de residuos sólidos
Calidad del terreno	Negat		Negat		Negat		Negat

Figura 8. Esquema simplificado de una matriz para una determinada variable ambiental.

Pero la extensión de la trama urbana (como actividad en sí misma) a su vez genera un incremento en las construcciones. Esto se ilustra en la figura 9, que indica como el impacto causado por la expansión urbana sobre la calidad del terreno (celda 1), a su vez incrementa el impacto de las construcciones (celda 2).

	Construcciones		Extensión de la trama urbana
Calidad del terreno	2		1

Figura 9. Representación de la interacción entre dos impactos ocasionados sobre una variable ambiental.

Esto significa que las construcciones pueden generarse como impactos primarios, o sea como consecuencia de las actividades normales de la población y su dinámica, aún si no existe extensión de la trama. Pero, por otra parte, pueden ser motivadas a partir de otro impacto. La interacción puede ampliarse a otras celdas de la misma fila, como se ejemplifica en la figura 10.

	Construcciones	Extensión de la trama urbana	Transporte de materiales	Generación de residuos sólidos
Calidad del terreno	Negat	Negat	Negat	Negat

Figura 10. Representación de la interacción entre varios impactos ocasionados sobre una variable.

Como en varias celdas se comparten impactos primarios y secundarios, se puede agregar a los esquemas la distinción entre primarios o secundarios, lo cual se indica en la figura 11.

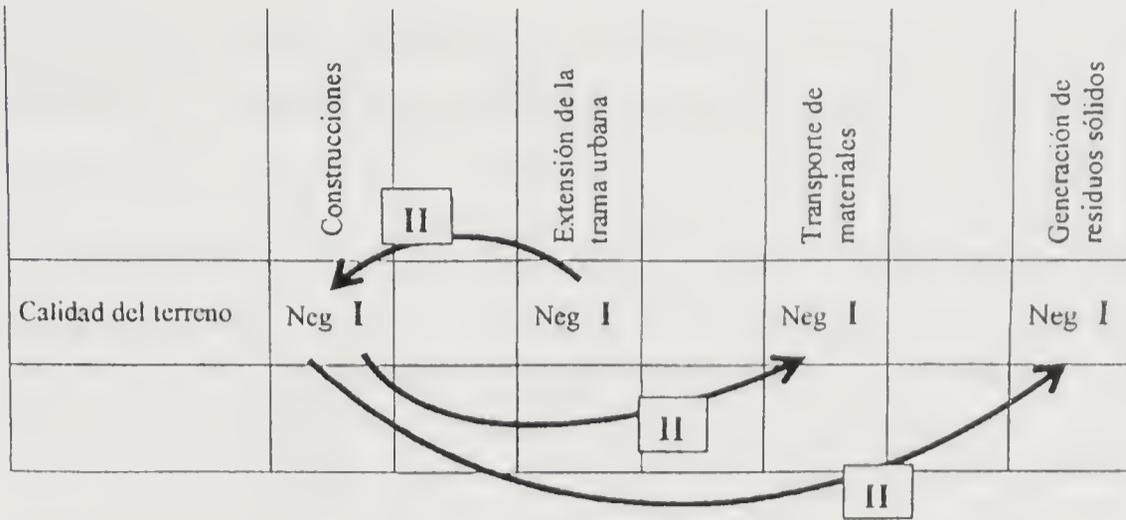


Figura 11. Representación de la interacción producida entre varios impactos de una matriz, señalando su condición de primarios y secundarios.

2. La representación gráfica de las interrelaciones entre impactos

Una variante para facilitar la representación gráfica que se indicó más arriba, consiste en subdividir las celdas (figura 12).

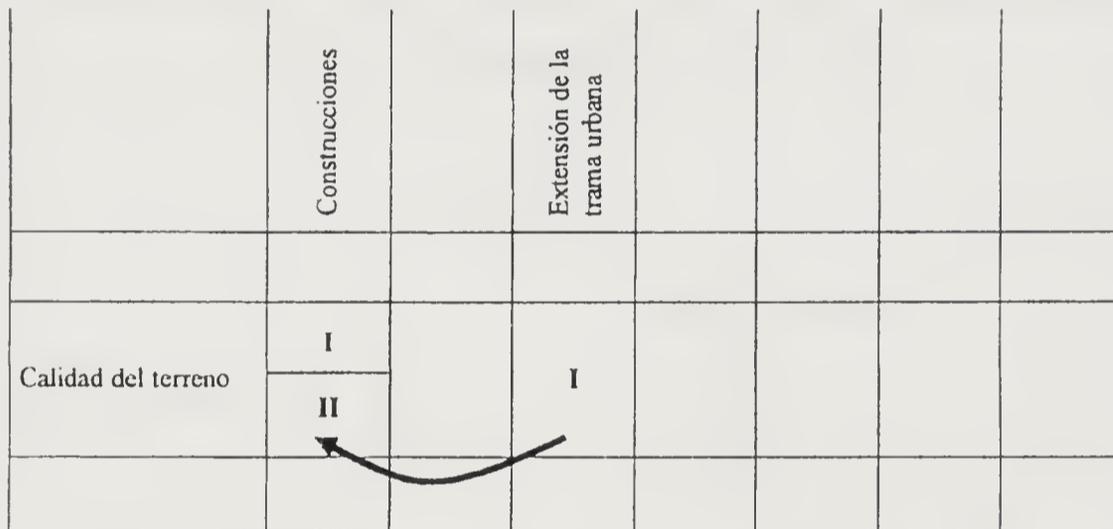


Figura 12. Representación de la interacción producida entre dos impactos de una matriz, señalando su condición de primario o secundario mediante subdivisión de las celdas.

Así, en el caso de que un impacto secundario sea consecuencia de más de un primario, esta circunstancia queda perfectamente indicada. Esto se indica en la figura 13, donde se ubican algunas actividades hipotéticas numeradas correlativamente, resultando la actividad N° 4 ser consecuencia de las actividades 1 y 3.

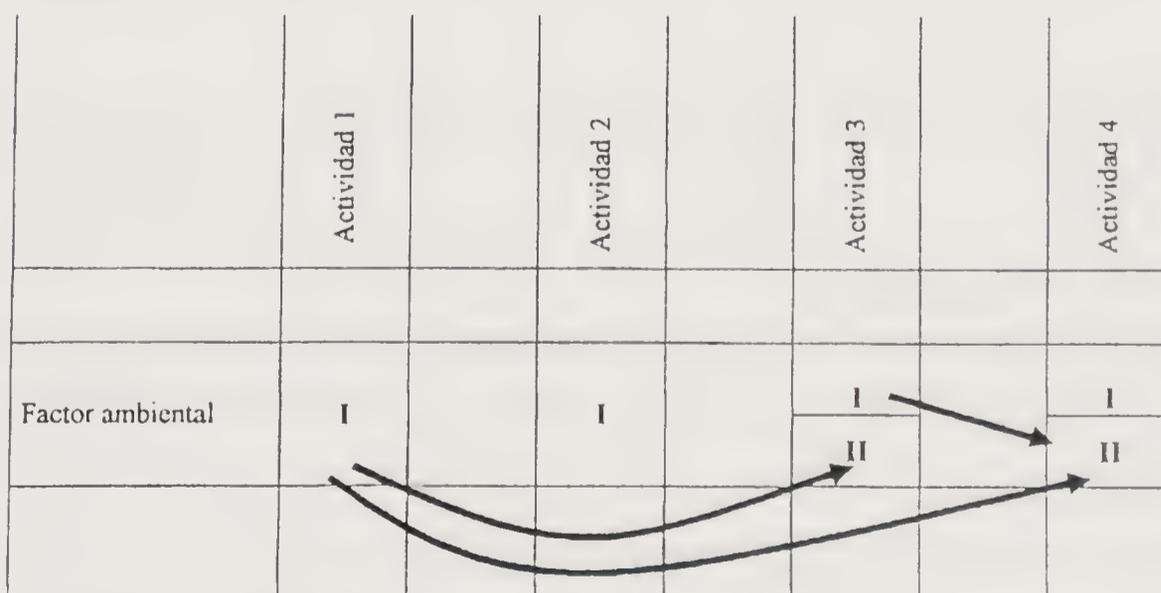


Figura 13. Representación de la interacción producida entre varios impactos de una matriz, señalando su condición de primario o secundario mediante subdivisión de las celdas.

Esta forma de representación, además, permite observar cuando un impacto puede ser consecuencia de un secundario, y ser entonces terciario, como se esquematiza en la figura 14. Se propone, entonces, una nomenclatura de aplicación, que se resume en la Tabla I.

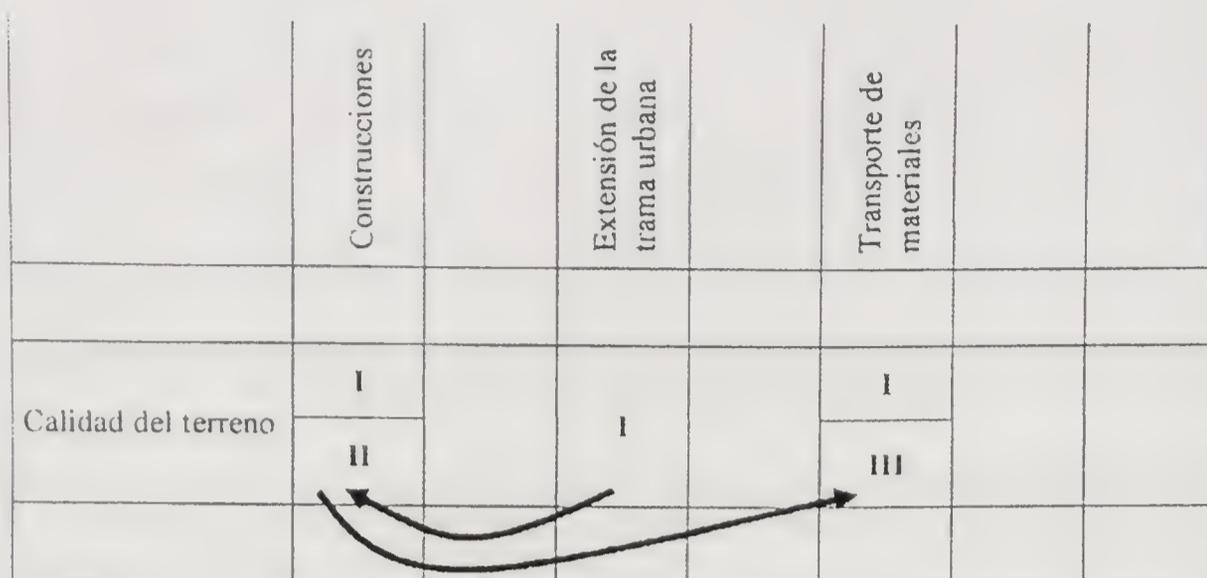


Figura 14. Representación de la interacción producida entre varios impactos de una matriz, discriminando la condición de primario, secundario y terciario.

Símbolo	Significado
I	Impacto primario
II	Impacto secundario
III	Impacto terciario
	Sentido de generación de un impacto secundario o terciario (negativo), desde la celda de origen hasta la celda destino. A estos símbolos indicadores los hemos designado como "flechas de flujo" o "líneas de flujo"

Tabla I. Nomenclatura de aplicación propuesta para indicar las interacciones entre impactos en una matriz.

Las alternativas que se indican ofrecen varias posibilidades de graficación para representar las interacciones de la matriz, a saber:

1. Sistema de líneas de flujo (flechas)

Consiste en agregar a la planilla tradicional, con sus impactos previamente determinados, las diversas líneas o "flechas" indicando las interacciones y el sentido de generación de impactos secundarios.

2. Sistema combinado

Consiste en incorporar la indicación del tipo de impacto (I, II o III)

3. Sistema de celdas divididas

Consiste en adicionar la subdivisión de las celdas según el tipo de impacto (I, II o III)

3. Los impactos de origen múltiple

La posibilidad de relacionar cualquier impacto de la matriz bidimensional con los otros impactos (celdas) que lo rodean, permite indagar mucho más profundamente la interacción ambiental que puede presentar el ecosistema que se esté investigando, así como llegar a comprender mejor las relaciones causa-efecto. Esto posibilita averiguar cuáles impactos son exclusivamente primarios, y cuales son de naturaleza e interacción más complejas. También permite seleccionar dentro del conjunto, para la eventual prioridad en las medidas preventivas o correctivas, a aquellos impactos que sean simultáneamente primarios y secundarios, o incluso de mayor interacción (simultáneamente primarios, secundarios y terciarios).

Como ejemplo de esto, en la figura 15 se sintetiza la influencia de algunas actividades urbanas sobre las aguas subterráneas mediante una matriz convencional, y en la figura 16 se incorporan las posibles interacciones entre los impactos, obteniéndose una red.

Se observa que la alteración de la calidad del agua subterránea originada a consecuencia de la extensión de la trama urbana influye en la calidad vinculada al consumo domiciliario, y este a su vez influye en la calidad afectada por la generación de aguas servidas (que pasa a ser entonces un impacto “terciario”).

Vemos la situación un impacto (en este caso la influencia de la “generación de aguas servidas” sobre la “calidad de las aguas subterráneas”) que al interrelacionarlo con otros impactos se determina su naturaleza de impacto primario, secundario y terciario. Se propone designar a estos sucesos como “impactos de origen múltiple” (IOM).

AGUAS SUBTERRANEAS	Extensión de la trama urbana		Consumo de agua domiciliaria		Generación de aguas servidas
Calidad	Negat		Negat		Negat

Figura 15. Esquema de matriz de doble entrada indicando los impactos de algunas actividades urbanas.

AGUAS SUBTERRANEAS	Extensión de la trama urbana		Consumo de agua domiciliaria		Generación de aguas servidas
Calidad	I		II I		II III I

Figura 16. Esquema de red de interacción entre los impactos generados por algunas actividades urbanas.

4. Resumen operativo

El procedimiento explicado se puede desarrollar en tres pasos secuenciales, a saber:

a) Aplicación matricial clásica y sectorización de la matriz:

Significa que con las acciones y factores indicados más arriba se confeccionan las planillas, confrontando cada acción con todos los factores ambientales, e identificando de ese modo los impactos. Se indica en cada celda el carácter del impacto (positivo o negativo). Para su más fácil interpretación y observación, puede separarse a la matriz global en sectores.

b) Aplicación de interrelaciones de impactos:

Consiste en que sobre dichas matrices se proceda a trazar las interacciones existentes entre los impactos individuales. Se indica cuáles impactos están relacionados entre sí, adicionando a la matriz las “líneas de flujo” correspondientes, y el sentido de su interrelación, desde el impacto origen (causante) al impacto destino (consecuente).

c) Aplicación de interrelaciones combinadas:

En esta etapa, a la identificación de los impactos y la representación de las líneas de flujo se le adiciona la indicación del tipo de impacto (primario, secundario o terciario) y la subdivisión de las celdas respectivas. Como un segundo tipo de interrelación combinada, a la representación anterior se le agrega el empleo del código de colores propuesto, para facilitar su identificación visual.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las etapas de identificación de impactos ambientales constituyen un paso fundamental en los estudios ambientales. Diferentes propuestas que se vienen manejando a través del tiempo evidencian ventajas y desventajas, y se emplean tradicionalmente en forma independiente unas de otras. Los autores que han discutido el tema concuerdan en que no se ha desarrollado ningún método “universal”, y que todos presentan ventajas e inconvenientes (Canter, 2004). Las matrices son ampliamente utilizadas pero no permiten relacionar impactos. Las redes de interacción pueden resultar relativamente complejas y de difícil interpretación.

La posibilidad de integrar las matrices con las redes, en un único sistema, permite optimizar las ventajas de ambos métodos, y extraer información ambiental mucho más útil que empleando cualquiera de ellos exclusivamente. De lo expuesto anteriormente, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Las redes de interacción pueden constituir en una herramienta útil y práctica para identificar los impactos ambientales y sus propiedades.
- Es factible desarrollar un sistema que permita integrar las matrices con las redes, en varias etapas de elaboración consecutiva.
- Esta integración puede hacerse partiendo de una matriz simple, optimizando sus posibilidades.
- Pueden separarse los impactos primarios de los secundarios.
- Pueden identificarse aquellos impactos de interacción compleja que sean simultáneamente primarios, secundarios y terciarios, proponiendo para ellos la denominación de “impactos de origen múltiple”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bisset, R., (1987). “Methods for environmental impact assessment: A selective survey with case studies”, en: Environmental Impact Assessment for Developing Countries. (A.K. Biswas y O. Geping, Eds.), Chapter 1. Tycolly International, Londres.

Black, P.E., (1991). Environmental Impact Analysis. University of New York, Syracuse, 160 págs.

- Canter, L.W., (1996), *Environmental Impact Assessment*. 2° ed., McGraw-Hill, New York, 660 págs.
- Canter, L.W., (2004), *Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. McGraw-Hill, Madrid, 841 págs.
- Canter, L.W. y Hill, L.G., (1979), *Handbook of variables for environmental impact assessment*. Ann Arbor Science Publ., Ann Arbor, Michigan, 212 págs.
- Conesa Fernández-Vitora, V., (1997), *Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 412 págs.
- Ellis, D., (1989), *Environmental at risk: case histories of impact assessment*. Springer-Verlag, New York, 329 págs.
- Estevan Bolea, M.T., (1984), *Evaluación del Impacto Ambiental*. MAPFRE, Madrid, 630 págs.
- Gómez Orea, D., (1999), *Evaluación del Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 701 págs.
- ICOLD, (1982), *Dams and the Environment. International Commission on Large Dams (Comité Internacional de Grandes Presas)*, Technical bulletin series N° 35.
- Kuczynski, D., (1997), "Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental". *Enfasis Ambiental*, vol. 4 (37), pp. 34-35.
- Kuczynski, D., (2005a), "La evaluación del impacto ambiental", en: *Contaminación Ambiental Análisis Multidisciplinario* (C.Colángelo, Ed.), Ediciones Praia, Morón, 530 págs., Cap12, pp. 337-350.
- Kuczynski, D., (2005b), "Consideraciones metodológicas sobre la aplicabilidad de las matrices en los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental", *80/20 Revista en Ciencias Empresariales y Ambientales*, vol 2, pp. 151-169.
- Kuczynski, D., (2008), "El concepto de nivel de conflictividad de impactos y su aplicación en los procesos de evaluación ambiental", *Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (Univ. Morón)*, vol. 6, pp. 87-110.
- Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B.B. y Balsley, J.R., (1971), *A procedure for evaluating environmental impact*, U.S. Geological Survey Circular 645, Government Printing Office, Washington, D.C.
- Mason, S.A. y Moore, S.A., (1998), "Using the Sorensen Network to assess the potential effects of ecotourism on two Australian marine environments", *Jour. Sustainable Tourism*, vol. 6 (2), pp. 143-154.
- MEOPMA (Ministerio Español de Obras Públicas y Medio Ambiente), (1995), *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*, Madrid, 809 págs.
- Morris, P. y Therivel, R., (Eds.), (2001), *Methods of Environmental Impact Assessment*, 2nd. ed. Spon Press, Londres, 402 págs.
- Munn, R.E., (Ed), (1979), *Environmental Impact Assessment: Principles and procedures*, 2nd edition, Wiley, Londres, 208 págs.
- Simons, D.B., (1979), "Effects of stream regulation on channel morphology", en: *The ecology of regulated streams* (Stanford y Ward, Eds.), Plenum Press, New York, pp. 95-111.
- Sorensen, J.C., (1971), *A framework for identification and control of resource degradation and conflict in the multiple use of the coastal zone*. Master's thesis. Dept. of Landscape Architecture, Univ. of California, Berkeley, California.
- Sorensen, J.C., (1972), "Some procedures and programs for environmental impact assessment", en: *Environmental Impact Analysis, Philosophy and Methods* (R.B. Ditton y T.L. Goodale, Eds.), Univ. Wisconsin Sea Grant Program, Madison, Wisconsin.
- Wathern, P., (1990), *Environmental Impact Assessment. Theory and practice*. Routledge, Londres, 352 págs.
- Westman, W.E., (1985), *Ecology, Impact Assessment, and Environmental planning*, John Wiley, New York, 544 págs.
- World Bank, (1991), *Environmental Assesment Sourcebook*, Environmental Dept., Washington, D.C.

EX DIRECTORES DE LOS ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA (*)

Ing. Pedro Pico	Ing. Guillermo White
Ing. Luis A. Huergo	Dr. Valentín Balbín
Dr. Carlos Berg	Ing. Luis A. Viglione
Dr. Estanislao S. Zeballos	Dr. Carlos María Morales
Ing. Eduardo Aguirre	Ing. Jorge Duclout
Ing. Carlos Bunge	Ing. Miguel Iturbe
Dr. Angel Gallardo	Ing. Domingo Nocetti
Dr. Félix F. Outes	Ing. Santiago Barabino
Dr. Horacio Damianovich	Dr. Eduardo Carette
Ing. Julio R. Castiñeiras	Dr. Claro D. Dassen
Ing. Emilio Rebuelto	Ing. Alberto Urcelay
Ing. José S. Gandolfo	Dr. Reinaldo Vanossi
C. de Nav. Emilio L. Díaz	Dr. Andrés O. M. Stoppani
Dr. Pedro Cattáneo	Dr. Eduardo A. Castro
	Dr. Alfredo Kohn Loncarica

(*) Desde 1876 a 1902: Presidente de la Comisión Redactora.

INTERNET
LatBook

Revistas Argentinas

**ANALES DE LA SOCIEDAD
CIENTIFICA ARGENTINA**

Incluye los sumarios de sus ediciones en
la base de datos **Latbook** (libros y revistas)

Disponible en INTERNET
en la siguiente dirección:

<http://www.latbook.com>

LA REVISTA
ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA
HA SIDO INCLUIDA EN LA BASE DE DATOS

LATINDEX

(Directorio y Catálogo)
www.latindex.unam.mx

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Las siguientes *Instrucciones para los autores* constituyen el reglamento de publicaciones de los ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA.

1) Generales

Los ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA constituyen una revista multidisciplinaria, fundada en 1876, que considera para su publicación trabajos de cualquier área de la ciencia.

Los originales deben ser enviados al director, a Av. Santa Fe 1145, Buenos Aires, CP.:1059, República Argentina, en tres copias en papel, a dos espacios, tamaño carta, acompañados de su correspondiente disquete. Los disquetes deberán estar rotulados con el nombre del autor o del primer autor si son varios haciendo constar el sistema computacional usado para grabar el mismo, el tipo y versión del procesador utilizado y nombres de los archivos.

Los autores serán notificados de inmediato de la recepción de sus originales. Dicha notificación no implica la aceptación del trabajo. Los originales son enviados a uno o más árbitros, quienes asesoran al director y a la comisión de redacción acerca de la aceptación, rechazo o sugerencia de modificaciones. La decisión final respecto a la publicación o no del trabajo es solamente responsabilidad del director.

Los originales remitidos para su publicación en los ANALES deben ser inéditos y no hallarse en análisis para su publicación en otra revista o cualquier otro medio editorial.

Todo trabajo aceptado en los ANALES no podrá ser publicado en otro medio gráfico sin previo consentimiento de la dirección.

Los ANALES se reservan el derecho de rechazar sin más trámite a aquellos originales que no se ajusten a las normas expuestas en la presente guía de *Instrucciones para los autores*.

Los ANALES constan de las siguientes secciones:

- artículos de investigación
- notas breves de investigación
- artículos de revisión y/o actualización
- editoriales
- recensiones
- cartas a la dirección
- informaciones del quehacer de la SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA
- informaciones científicas y académicas de interés general

Los autores, al remitir sus trabajos, deberán hacer constar la sección, a la que según su juicio, corresponden sus aportes y consignar claramente la dirección postal, teléfono, fax y dirección electrónica (si la tuviere) a la cual se remitirá toda información concerniente al original.

2) Originales

Los ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA publicarán trabajos escritos en los idiomas: español, francés, inglés y portugués.

Los originales deberán respetar la siguiente estructura:

1ª página:

- Título del trabajo: no mayor de veinticinco (25) palabras
- Nómina de los autores, institución o instituciones a la que pertenecen cada uno de ellos.
- Institución en la que se llevó a cabo el trabajo en el caso que difiera de la institución de pertenencia.
- Domicilio postal y electrónico (si lo tuviere)

2ª página:

- Resumen en idioma español de no más de 400 palabras, con su correspondiente traducción al inglés. La traducción al inglés deberá incluir el título del trabajo cuando éste haya sido escrito en español y viceversa, si el trabajo se halla escrito en inglés el resumen en español deberá incluir la traducción del título.
- La inclusión de resúmenes en francés y portugués es facultativa de los autores.
- Palabras claves para el registro bibliográfico e inserción en bases de datos, en español e inglés.

En las páginas siguientes se incluirán las secciones Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Referencias. A continuación se agregarán las tablas con sus títulos, leyendas de las figuras y gráficos y finalmente las figuras y gráficos preparados como se indica más abajo.

El tipeado del manuscrito deberá hacerse a doble espacio en papel tamaño carta (aprox. 21 cm x 29cm), dejando 3 cm de márgenes izquierdo, superior e inferior, debiéndose numerar secuencialmente todas las páginas.

No se aceptará la inserción de notas de pie de página. Cuando ello sea necesario, se deberá incluir tales notas en el mismo texto.

Se recomienda emplear el Sistema Métrico Decimal de medidas y las abreviaturas universales estándar.

Solo se permitirá el empleo del Sistema Internacional de Unidades para las medidas.

Como regla general no se deberá repetir la misma información en tablas, figuras y texto. Salvo en casos especiales que justifiquen alguna excepción se aceptará presentar esencialmente la misma la información en dos formas simultáneas.

Cada sección se numerará consecutivamente, recomendándose no emplear subsecciones.

3) Tablas

Las tablas deben prepararse en hojas aparte y a doble espacio. Las mismas incluirán un título suficientemente aclaratorio de su contenido y se indicarán en el texto su ubicación, señalándolo con un lápiz sobre el margen izquierdo.

Cada tabla se numerará consecutivamente con números arábigos. Solo se deberá incluir en las tablas información significativa, debiéndose evitar todo dato accesorio y/o que pueda ser mejor informado en el mismo texto del trabajo.

Cada tabla se tipeará en hoja separada.

Los títulos de las filas y las columnas deben ser lo suficientemente explícitos y consistentes, pero al mismo tiempo se recomienda concisión en su preparación.

4) Ilustraciones

Las ilustraciones (gráficos y fotografías) deberán ser de suficiente calidad tal que permitan una adecuada reproducción debiéndose tener en cuenta que la reproducción directa de los mismos conlleva una relación entre 1:2 y 1:3. Todas las ilustraciones se numerarán consecutivamente y en el reverso de las mismas se indicarán con lápiz blando el nombre de los autores, el número de la misma y cuando corresponda la orientación para su pertinente impresión.

Los títulos de las ilustraciones se tipearán en hoja aparte, debiéndose denotar el posicionado de las mismas en el texto por medio de una indicación con lápiz en el margen izquierdo.

Las dimensiones de las ilustraciones no deberán exceder las de las hojas del manuscrito y no se deberán doblar.

Los gráficos se dibujarán con tinta china sobre papel vegetal de buena calidad y por los mismos medios se incluirán los símbolos, letras y números correspondientes. No se deberá tipear símbolo, letra o número alguno en los gráficos y fotografías.

Enviar un original y dos copias de cada ilustración. Las fotografías solo se podrán enviar en blanco y negro, ya que que no es posible imprimir fotografías en otros colores.

Cada ilustración se presentará en hoja separada.

5) Referencias

Los ANALES adoptan el sistema de referencias por orden, el cual consiste en citar los trabajos en el orden que aparecen por medio de número cardinal correspondiente. Los libros se indicarán en la lista de referencias citando el/los autor/es, título, edición, editorial, ciudad, año y página inicial. Para indicar capítulo de libro se añadirá a lo anterior el título del mismo y el nombre del editor.

El listado de referencias se tipeará en hoja separada y a doble espacio. Se recomienda especialmente a los autores emplear las abreviaturas estándar sugeridas por las propias fuentes.

Solo se admitirán citas de publicaciones válidas y asequibles a los lectores por los medios normales debiéndose evitar recurrir a informes personales, tesis, monografías, trabajos en prensa, etc., de circulación restringida.

Lo que sigue son algunos ejemplos de citas bibliográficas en la lista de referencia:

Publicación periódica: A. M. Sierra y F. S. Gonzalez, J. Chem. Phys. 63 (1977) 512.

Libro: R. A. Day, How to write and publish a Scientific paper, Second Edition, ISI Press, Philadelphia, 1983, p 35.

Capítulo del libro: Z. Kaszab, Family Tenebrionodae en W. Wittmer and Buttiper (Eds.) Famma of Saudi Arabia, Ciba-Geigy, Basel, 1981, p3-15.

Conferencia o Simposio: A. Ernest, Energy conservation measures in Kuwait buildings. Proceedings of the First Symposium on Thermal Insulation in the Gulf States, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait, 1975, p 151.

Se recomienda revisar cuidadosamente las citas en el texto y la lista de referencias a los efectos de evitar inconsistencias y/u omisiones.

Pruebas: todo artículo deberá ser revisado en la forma de prueba de galera por el autor indicado en la carta de presentación del trabajo, la cual se devolverá debidamente corregida a las 72 horas de recibida a la redacción de los ANALES. No se admitirá en forma alguna alteración sustancial del texto y en caso imprescindible se procederá a la inclusión al final del trabajo de lo que correspondiera bajo el título de "Nota agregada en la prueba".

ANALES DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

Organo de la Sociedad Científica Argentina.

Revista fundada el 14 de diciembre de 1875, cuyo primer número apareció el 14 de enero de 1876.

Se viene editando continuamente desde esta fecha.

Director

Dr. Angel Alonso

Comisión de Redacción

Dra. María H. Bertoni

Dr. Santiago César Besuschio

Dr. Alberto Boveris

Dr. Horacio H. Camacho

Dr. Eduardo Castro

Ing. Bruno V. Ferrari Bono

Dra. Stella M. González Cappa

Dr. Gabriel A. Gutkind

Dr. Federico Pégola

Dr. Eduardo Antonio Pigretti

Dr. Humberto Quiroga Lavié

Ing. Juan J. Sallaber

Dr. Daniel Sordelli

Dr. Jorge Reinaldo Vanossi

Dr. Pedro Yañez

Editado por:



Uruguay 827 - Capital Federal - stms@fibertel.com.ar

Buenos Aires, Octubre 2009

ANALES
DE LA
SOCIEDAD CIENTIFICA
ARGENTINA

AÑO 2009 - VOLUMEN 240 - N° 3

SUMARIO	Pág.
Soft-Ionization Mass Spectrometry Techniques in Biosciences - ALBERTO S. CEREZO, JOSEFINA M. SCACCIATI DE CEREZO, ROSA ERRA-BALSELLS	5
Estado Actual y Futuro de la Lingüística: Una Comparación de la Teoría Generativa y las Teorías de Base Neurológica - JOSÉ MARÍA GIL	23
Consideraciones Metodológicas sobre la Aplicabilidad de las Redes de Interacción en los Estudios Ambientales - DAVID KUCZYNSKI	29